

# CD Interactivo Multimedia sobre: FRENOS



**CENTRO ZARAGOZA**

Pedrola, Julio 2001

ZARAGOZA

## INDICE

### 0.- INTRODUCCION

### 1.- PROCESO DE FRENADO

#### 1.1 FUNDAMENTOS TEORICOS DEL FRENADO

- ✓ Fuerza de Rozamiento
- ✓ Fuerza de Frenado
- ✓ Frenado Estable e Inestable
- ✓ Deslizamiento
  - Deslizamiento Longitudinal
  - Deslizamiento Transversal

#### 1.2 EFICACIA DE FRENADO

#### 1.3 DISTANCIA DE PARADA

### 2.- EQUIPO DE FRENOS

- TIPOS DE INSTALACIONES

#### 2.1 FRENO DE SERVICIO

- ✓ COMPONENTES PRINCIPALES
- ✓ TIPOS DE CIRCUITOS
- ✓ FUNDAMENTOS TEORICOS DE HIDRAULICA

##### 2.1.1 GRUPO HIDRAULICO DE PRESION

- ✓ PEDAL DE FRENO
- ✓ SERVOFRENO
  - Tipos de Servofrenos
    - Servofreno de vacio: Mastervac
      - Frenado Parcial
      - Frenado Total
    - Servofreno hidráulico: Hidromaster
      - Frenado Parcial
      - Frenado Total

- ✓ BOMBA DE FRENO

### 2.1.2 CIRCUITO HIDRAULICO

- ✓ LIQUIDO DE FRENOS
- ✓ REGULADOR DE FRENADO
  - Regulador de carga
  - Limitador de presión
  - Reductor inercial

### 2.1.3 FRENOS DE LAS RUEDAS

- ✓ PASTILLAS Y FORROS DE FRENO
- ✓ FRENOS DE DISCO
  - Pinza fija o de doble acción
  - Pinza móvil o de reacción
  - Pinzas oscilantes
  - Pinzas deslizantes
  - Disco de freno con pinza invertida
  - Dispositivos de reglaje de las pastillas de freno
  - Regulación por retén
  - Regulación por tornillo
- ✓ FRENOS DE TAMBOR
  - Freno de tambor Simplex
  - Freno de tambor Twinplex
  - Freno de tambor Duoservo
  - Bombines de freno
  - Bombín de doble pistón
  - Bombín monopistón
  - Bombín con limitador integrado
  - Dispositivos de reglaje de las zapatas de freno
  - Ajuste por arandelas de fricción
  - Ajuste por trinquete

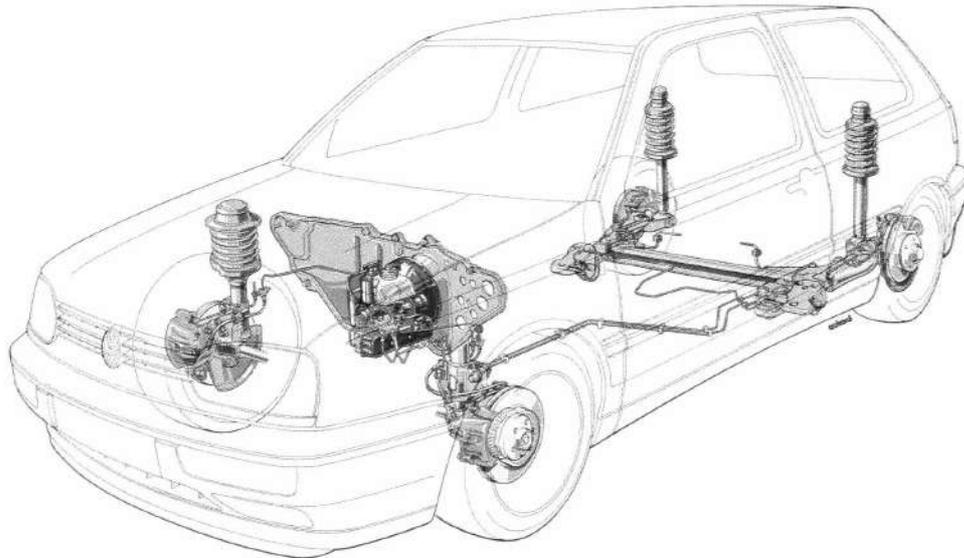
### 2.2 FRENO DE ESTACIONAMIENTO: COMPONENTES

## 3.- MANTENIMIENTO Y DIAGNOSIS DEL EQUIPO DE FRENOS

- ✓ SUSTITUCION DE LOS DISCOS DE FRENO: COMPROBACION DEL ALABEO
- ✓ COMPROBACION DEL LIQUIDO DE FRENOS
- ✓ SUSTITUCION DEL LIQUIDO DE FRENOS
- ✓ COMPROBACION DEL VACIO DEL MASTERVAC
- ✓ COMPROBACION DE LA PRESION DEL CIRCUITO
- ✓ DIAGNOSIS EN FRENOMETRO
  - Control de la eficacia de frenado
  - Control de la simetria en la frenada
  - Control de la fuerza aplicada al pedal de freno por el conductor
  - Especificaciones y limitaciones de estos equipos

1	FUNCIÓN DEL A.B.S. ....	58
2	FUNCIÓN EDS.....	59
3	FUNCIÓN EBV.....	59
4	FUNCIÓN ESP:.....	60

## 0.- INTRODUCCION



La progresiva evolución de los **sistemas de frenos** en los automóviles, así como la incorporación generalizada de los diferentes sistemas de gestión electrónica en los procesos de frenado, representa una importante mejora de la seguridad activa.

La finalidad objetiva principal del equipo de frenos de servicio es detener el vehículo o reducir la velocidad de marcha del automóvil en el menor tiempo y espacio posible, en cualquier tipo de pavimento y condiciones climatológicas, así como mantenerlo detenido en condiciones de parado.

El objetivo del presente CD interactivo es, analizar los conceptos básicos de los **sistemas de frenos** de los automóviles en lo relativo a:

- La dinámica del proceso de frenado,
- Los tipos de instalaciones y circuitos constructivos,
- La funcionalidad descriptiva de los componentes,
- El mantenimiento y diagnosis.

## 1.- PROCESO DE FRENADO.

Previamente a desarrollar el análisis de los sistemas de frenos, debe anticiparse una serie de cuestiones relativas al proceso dinámico de la operación de frenado de los automóviles.

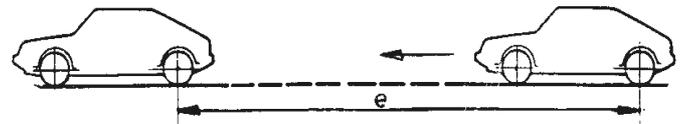
En este sentido debe tenerse en cuenta que, cuando un conductor acciona el pedal de freno para reducir la velocidad o detener el automóvil en condiciones de marcha, la fuerza que ejerce en el pedal es transmitida y multiplicada por el equipo de frenos para generar, finalmente, la retención y deceleración necesaria en las ruedas.

Desde que se acciona el pedal de freno se inicia un proceso generalizado y simplificado de la operación de frenado en los vehículos automóviles que se configura por las fases señaladas a continuación, tal como se describe en el gráfico adjunto:

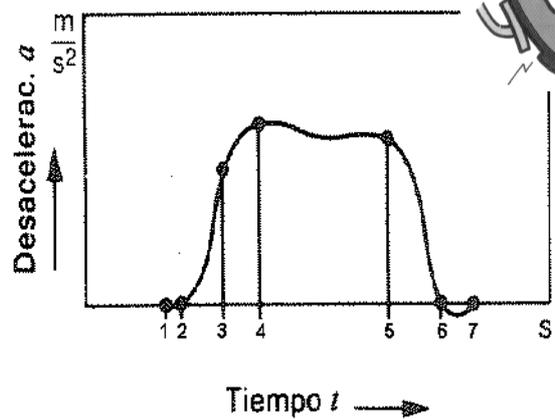
- 1) El conductor pisa el pedal de freno, e inicia la fase de frenado.
- 2) Tiempo de respuesta que transcurre desde que se acciona el pedal de freno hasta que se genera la fuerza de frenado en las ruedas.
- 3) Etapa en la que se produce el incremento de la fuerza de frenado hasta alcanzar su valor de máxima eficacia, próximo al 75% de la presión de frenado.
- 4) Valor de máxima deceleración en el proceso de frenado.
- 5) Duración real de la frenada.
- 6) Detención del automóvil.
- 7) Efecto de inercia que se produce al soltar el pedal de freno.

Este proceso de frenado puede parecer muy elemental, pero en realidad la dinámica del proceso de frenado implica una convergencia de acciones conjuntas para que la efectividad de la frenada pueda alcanzar el 100% de eficacia, y deben de cumplirse de forma simultánea una serie de condicionantes como son:

1. Que la adherencia entre los neumáticos y asfalto sea máxima.
2. Que no se bloqueen las ruedas y el automóvil no derrape,
3. Que el equipo de frenos funcione correctamente,



Desaceleración en el tiempo de frenado



Si no se cumplen estas condiciones, la eficacia de frenado se reduce y la distancia de detención se prolonga considerablemente, como en los casos de superficies resbaladizas y frenadas de elevada intensidad donde se produce el bloqueo de las ruedas, anulando el control y direccionalidad del automóvil.

En los apartados que se exponen a continuación desarrollan los conceptos y fundamentos teóricos incidentes en todo proceso dinámico del frenado.

### 1.1 FUNDAMENTOS TEORICOS DEL FRENADO.

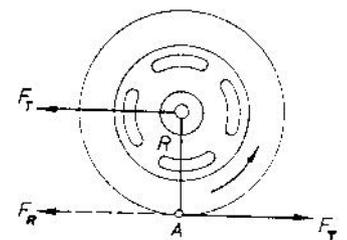
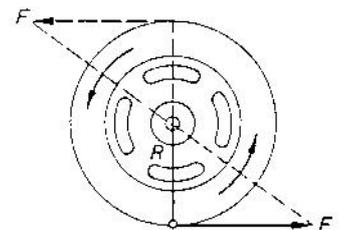
Cuando un conductor acciona el pedal del acelerador, tras seleccionar la velocidad correspondiente en el cambio de marchas, se produce la transmisión de giro y fuerza desarrollados por el motor hasta las ruedas motrices del automóvil.

Esta transmisión de fuerza que reciben las ruedas es el que produce el giro y empuje de las mismas, permite el movimiento y desplazamiento del automóvil.

Este esfuerzo de empuje generado por las ruedas motrices que permite el desplazamiento del automóvil se denomina **fuerza de impulsión** o de tracción.

Obviamente, las ruedas motrices no deben girar en vacío, ya que si no existe una superficie de contacto no se produce el desplazamiento y el automóvil permanecera inmóvil, al no existir ningún tipo de elemento adherente que se oponga al giro de las ruedas.

Por lo tanto, la condición necesaria para que un automóvil se pueda desplazar es, que la superficie de contacto entre los neumáticos y el asfalto pueda generar una resistencia opuesta a la fuerza de impulsión denominada fuerza de rozamiento.



## Fuerza de Rozamiento

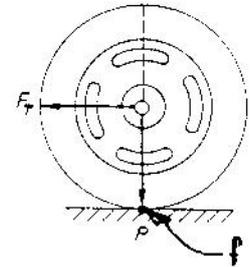
La **fuerza de rozamiento** se define como la relación entre el peso del automóvil y el coeficiente de adherencia, que es variable dependiendo de las superficies de contacto entre el neumático y el asfalto.

$$F_R = P * f$$

A igualdad de coeficiente de adherencia, cuanto mayor es el peso que “soportan” las ruedas mayor es la fuerza de rozamiento aplicable en la tracción y frenado de los automóviles.

El **coeficiente de adherencia** (f) es un valor experimental que define la mayor o menor adhesión de los cuerpos en contacto, neumático y calzada.

Este coeficiente depende del desgaste de los neumáticos y del estado de la superficie de desplazamiento.



Por ejemplo, un valor de adherencia alto es el que corresponde a una calzada con superficie rugosa muy adherente y un valor bajo es sinónimo de una calzada resbaladiza.

Los valores más significativos de este coeficiente de adherencia se pueden observar en la tabla adjunta.

CARRETERA		NEUMATICOS	
TIPO	ESTADO	NUEVOS	USADOS
HORMIGON	SECO	1.0	1.0
NORMAL	MOJADO	0.7	0.5
ASFALTO	SECO	1.0	1.0
GRUESO	MOJADO	0.7	0.5
ASFALTO	SECO	0.6	0.6
NORMAL	MOJADO	0.5	0.3

Definida la importancia de la adherencia y la necesidad de la fuerza de rozamiento en el desplazamiento de los vehículos, debe pensarse que si la fuerza de impulsión generada en las ruedas motrices depende directamente de la oposición de la fuerza de rozamiento, la fuerza de frenado transmitida por el sistema de frenos que debe aplicarse por el conductor para detener el vehículo también dependerá de la oposición de fuerza de rozamiento, tal como se destaca a continuación.

## Fuerza de Frenado

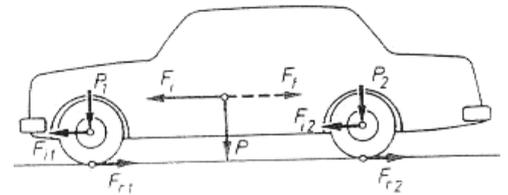
Si el conductor acelera se genera un incremento de velocidad o aceleración, y si lo frena, lo que se produce es decremento de la velocidad o deceleración.

La aceleración se define como la variación de la velocidad en la unidad de tiempo.

En las fases de aceleración y deceleración que se producen en el automóvil, se pone de manifiesto la fuerza de inercia definida como la resistencia que opone todo cuerpo en los cambios de movimiento y cuya magnitud depende de la masa del vehículo en función del grado de intensidad de la aceleración o deceleración aplicada.

$$F_i = m.a$$

Cuando el conductor procede a frenar el vehículo, al soltar el pedal del acelerador se suprime la fuerza de impulsión y se inicia la deceleración del vehículo.



A partir de este momento, el desplazamiento depende directamente de la fuerza de inercia generada en la deceleración, que mantiene la marcha continuada del automóvil.

Al pisar el pedal de freno, la fuerza de frenado que debe aplicarse para anular la fuerza de impulsión, en este caso la fuerza de inercia, depende directamente de la oposición de la fuerza de rozamiento, es decir, del peso del automóvil y del coeficiente de adherencia entre la banda de rodadura de los neumáticos y el asfalto.

$$F_{\text{Frenado}} = P \cdot f = F_{\text{Rozamiento}}$$

Por lo tanto, la condición a cumplir en todo proceso de frenado es que la fuerza de rozamiento o de adherencia debe ser igual o inferior a la fuerza de inercia del automóvil.

$$F_{\text{Inercia}} = F_{\text{Rozamiento}}$$

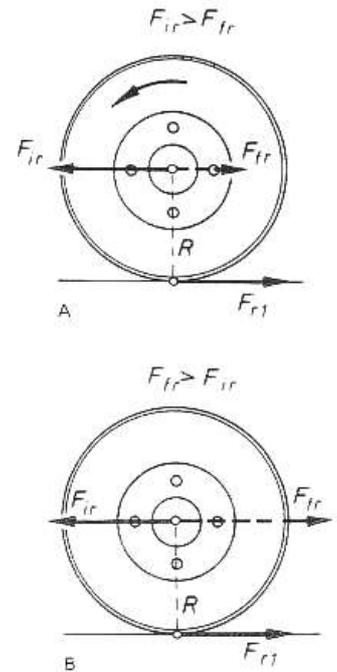
En resumen, la fuerza de frenado de todo automóvil se determina por la limitación de la física de la deceleración dependiente de la adherencia entre los neumáticos y la calzada.

$$a = g.f$$

## Frenado Estable e Inestable

En base a todo lo anterior, en la operación de frenado se contemplan dos situaciones a tener en cuenta:

- A.** Si la fuerza de frenado aplicada a los elementos frenantes de las ruedas es menor que la fuerza de impulsión (Fuerza de inercia), originada por su par resistente, la resultante es positiva. En este caso, la velocidad del automóvil se reduce de forma progresiva y con seguridad.
- B.** Si por el contrario, la fuerza de frenado aplicada a los elementos frenantes de las ruedas es mayor que la fuerza de impulsión (Fuerza de inercia), la resultante es negativa. En esta situación, el par resistente generado por la fuerza de frenado contrario al giro de las ruedas, produce el bloqueo de las ruedas y en consecuencia se provoca el arrastre o deslizamiento de las mismas.



Por lo tanto la condición de no derrape o deslizamiento de las ruedas en la frenada de todo automóvil que debe cumplirse es:

“La deceleración generada en la frenada no debe superar los límites de adherencia de los neumáticos y calzada”

$$a < g \cdot f$$

## Deslizamiento

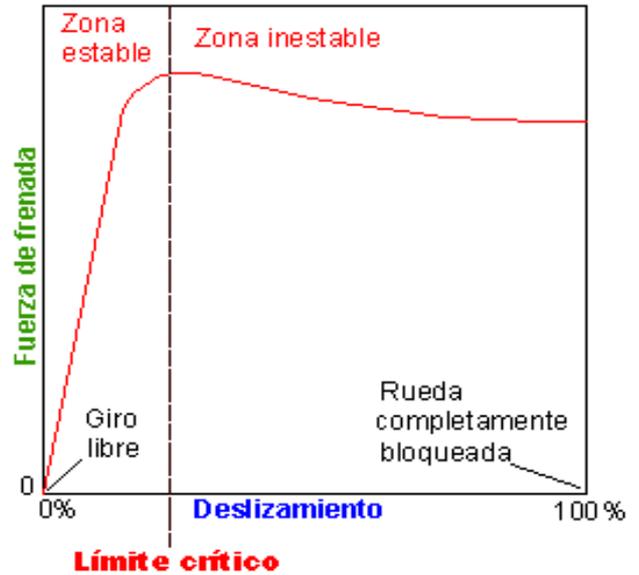
El deslizamiento o derrape del automóvil en la operación de frenado, se produce en la situación crítica del bloqueo de las ruedas cuando la fuerza de frenado supera a la fuerza de inercia.

$$F_{\text{Frenado}} < F_{\text{Inercia}}$$

Por lo tanto una condición principal para un correcto frenado es detener el automóvil en el menor tiempo posible, pero sin llegar a bloquear las ruedas por los elementos frenantes del sistema de frenos.

En este apartado influye notablemente las condiciones de las superficies entre neumáticos y calzada.

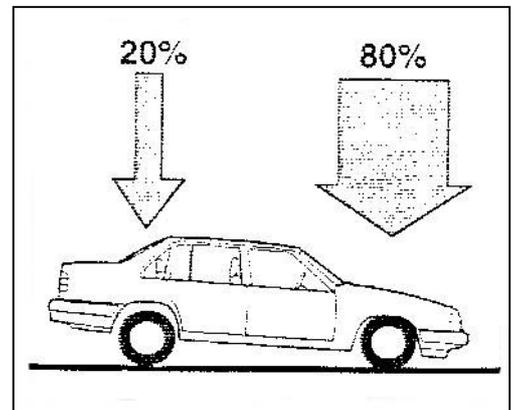
Unos neumáticos muy desgastados, o bien, una calzada con lluvia, barro, nieve o hielo reducen considerablemente la adherencia de contacto, y el bloqueo de las ruedas se produce con una menor fuerza de frenado con el consiguiente deslizamiento y pérdida de direccionalidad del automóvil.



## Deslizamiento Longitudinal

Debido a la inercia del automóvil, al acelerar y sobre todo en frenadas de elevada intensidad, se produce una transferencia de peso longitudinal.

Al frenar, debido a la inercia del automóvil en marcha, se produce una transferencia de peso longitudinal, de la parte trasera a la delantera, es decir, las ruedas traseras se aligeran y se sobrecargan las delanteras.



Al aumentar el peso en las ruedas delanteras, se aumenta la fuerza de adherencia, motivo por el que la fuerza de frenado se debe incrementar en los frenos de las ruedas delanteras, para que pueda aplicarse hasta el 80% del total del efecto de frenado cuando se pisa el pedal de freno.

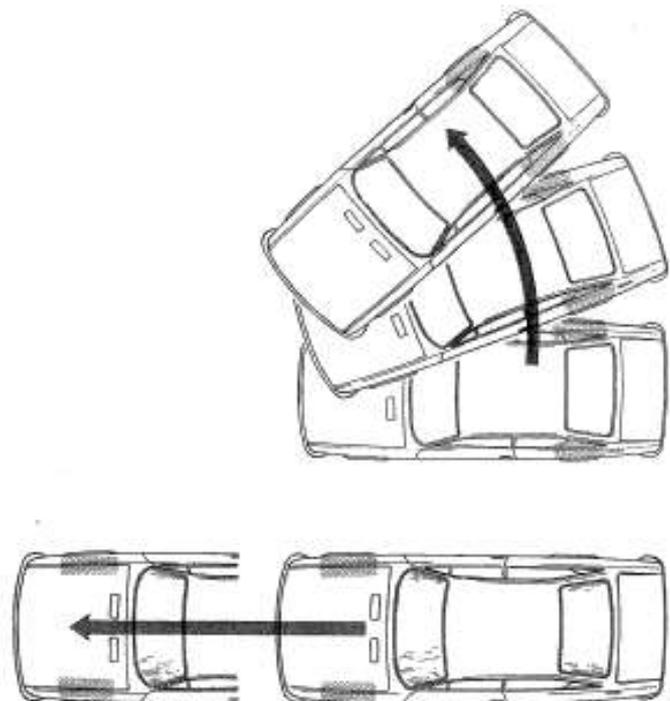
Si la fuerza de frenado fuese por igual en las ruedas delanteras y traseras, ante frenadas de gran intensidad se produciría rápidamente el bloqueo de las ruedas traseras.

La consecuencia de este bloqueo es un derrape o deslizamiento de las ruedas traseras que produce el giro del automóvil. La parte trasera avanza a la parte delantera del vehículo, provocando un trompo.

Para evitar esta situación, la instalación del sistema de frenos de los automóviles incorporan un regulador o limitador de frenado para las ruedas traseras.

Si por el contrario, el bloqueo se produjese en las ruedas delanteras, el efecto del derrape o deslizamiento provocaría una desviación lateral incontrolable del automóvil.

Esta desviación es debido al par de retención direccional que se genera sobre el eje de pivotamiento de las ruedas directrices.

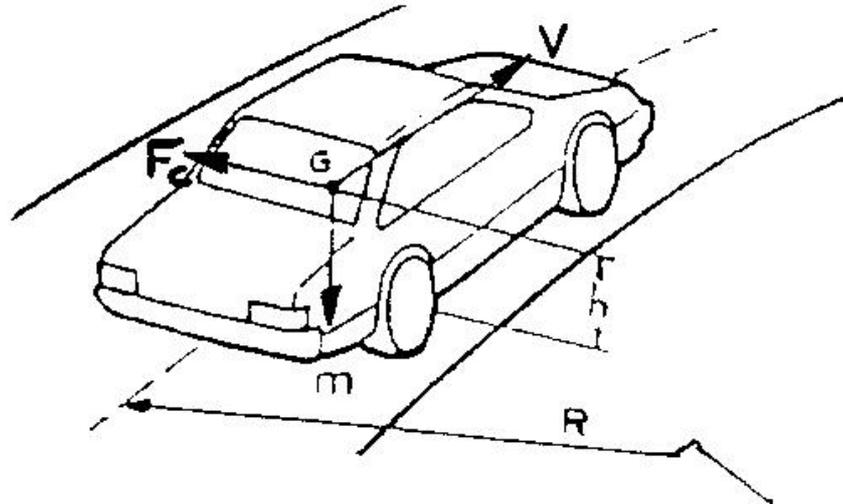


## Deslizamiento Transversal

Cuando un automóvil toma una curva, las ruedas directrices se orientan según la trayectoria curvilínea, pero debido a la acción de las fuerzas perturbadoras que actúan sobre el automóvil (fuerza centrífuga, viento lateral, fuerza de tracción del propio motor, ...), se genera un desplazamiento lateral que modifica el centro instantáneo de rotación y la trayectoria direccional teórica, provocando en el automóvil, una tendencia a salirse de la carretera.

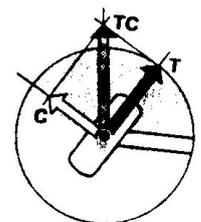
La causa que más influye sobre la deriva de un automóvil en las curvas es la denominada Fuerza Centrífuga que se define como la relación entre la masa del vehículo en función del cuadrado de la velocidad de marcha y el radio de la curva.

$$F_c = m * \frac{v^2}{R}$$



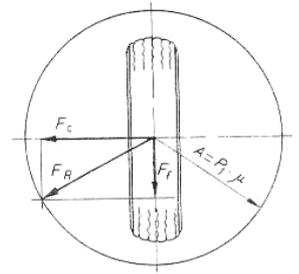
Cuando la velocidad es muy elevada o la curva muy cerrada, se incrementa notablemente la acción de la fuerza centrífuga sobre el automóvil y el conductor debe adecuar la velocidad de marcha.

Esta situación puede ser crítica si se sobrepasa el límite de estabilidad del propio automóvil definido por el denominado círculo de adherencia de los neumáticos.



Según este círculo, cuando la resultante TC entre la fuerza de tracción T y la fuerza centrífuga C rebasa dicho círculo de adherencia, provocando el derrape de las ruedas y la salida en curva de la vía.

Además debe tenerse en cuenta que al actuar la fuerza centrífuga en las curvas y a la misma inclinación del automóvil hacia el exterior de la curva, se genera una **transferencia de peso transversal**, es decir, las ruedas exteriores se cargan y las interiores se aligeran, lo que modifica la adherencia de las ruedas en ambos laterales y también el posicionamiento del centro de gravedad.

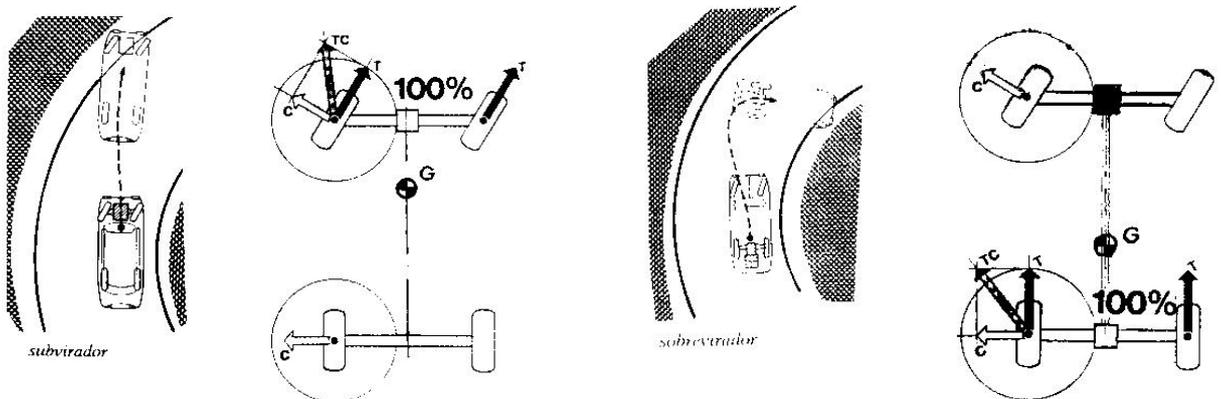


fuerzas al frenar en una curva

Debido a esta transferencia de carga transversal, se deduce la peligrosidad de frenar el automóvil en trayectorias curvas.

Al pisar el pedal de freno, se combina la transferencia de peso longitudinal con el transversal. La fuerza de frenado aplicada se reparte lateralmente por igual a las ruedas exteriores y a las interiores a la curva.

A igualdad de coeficiente de adherencia, en las ruedas exteriores la fuerza de rozamiento es superior al de las ruedas interiores. En esta situación la resultante entre la fuerza de frenado y la fuerza centrífuga puede superar el límite del círculo de adherencia y producirse el deslizamiento lateral en la frenada.



Además, como las ruedas interiores se aligeran, a igualdad de fuerza de frenado, también estas pueden llegar a bloquear provocando el derrape o deslizamiento lateral del vehículo.

## 1.2 EFICACIA DE FRENADO.

Después de analizar los apartados anteriores, puede resumirse que la deceleración y detención de los automóviles es



consecuencia de la acción de las fuerzas de retención de las ruedas, desarrolladas por los elementos frenantes del sistema de frenos, en combinación con la adherencia de los neumáticos al asfalto.

Si no existe adherencia entre la superficie de contacto de los neumáticos y el asfalto, la frenada y deceleración del automóvil es nula y el vehículo no se detiene.

Por ejemplo, al frenar en una zona con placas de hielo.

Cuanto más elevada sea la adherencia entre la superficie de contacto de los neumáticos y la calzada, mayor fuerza de rozamiento de los neumáticos, mayor deceleración y menor tiempo y espacio recorrido en la frenada.

Como ya se expuso anteriormente, la deceleración depende básicamente de la adherencia de las superficies de contacto y su valor debe medirse de forma experimental.

Es por este motivo que para medir el grado de deceleración en el frenado se recurre a valorar el rendimiento o eficacia de frenado de los automóviles.

La eficacia de frenado de un automóvil se mide de forma porcentual, en función del peso que gravita sobre las ruedas y la fuerza de frenado aplicada por el equipo de frenos de servicio a las cuatro ruedas.

$$\text{Eficacia de Frenado} = \frac{\sum F_{\text{FRENO}}}{P_{\text{eso}}} * 100 \quad (\%)$$

En realidad, lo que indirectamente da a conocer la eficacia de frenado de un automóvil es el grado de la deceleración que se produce en el vehículo al frenar  $a = f \times g$ .

Una eficacia máxima del 100% representa una deceleración aproximada de 1g, es decir, 10 m/s<sup>2</sup>.

### **1.3 DISTANCIA DE PARADA.**

La distancia de parada es el espacio recorrido por un automóvil desde el momento que el conductor acciona el pedal de freno hasta que el vehículo se detiene por completo.

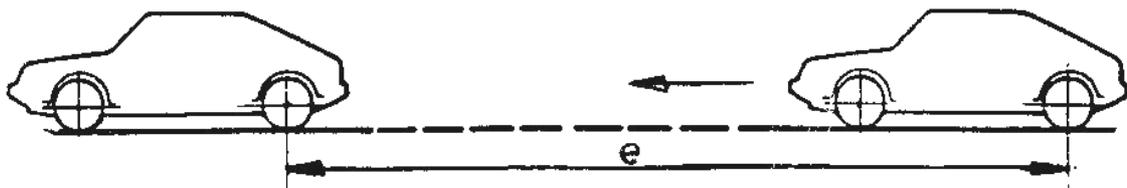
Esta distancia depende de diversos factores como la fuerza de frenado aplicada, el grado de adherencia entre los neumáticos y el asfalto, la velocidad del automóvil, ..., los cuales son variables y de difícil determinación.

Este es el motivo por el que no se puede precisar un cálculo determinante para valorar la magnitud del espacio recorrido en el proceso de frenado.

No obstante, a efectos de cálculo, el valor orientativo de la distancia de parada o espacio recorrido durante una frenada se determina en función del cuadrado de la velocidad de marcha y la deceleración del automóvil.

$$D_p = \frac{v^2}{2 \times a}$$

En esta formulación puede observarse que este cálculo no depende de las características del propio automóvil, sino que relaciona únicamente la velocidad del vehículo y la deceleración o eficacia de frenado, por lo cual, se trata de un cálculo genérico para todos los vehículos.



## **2.- EQUIPO DE FRENOS.**

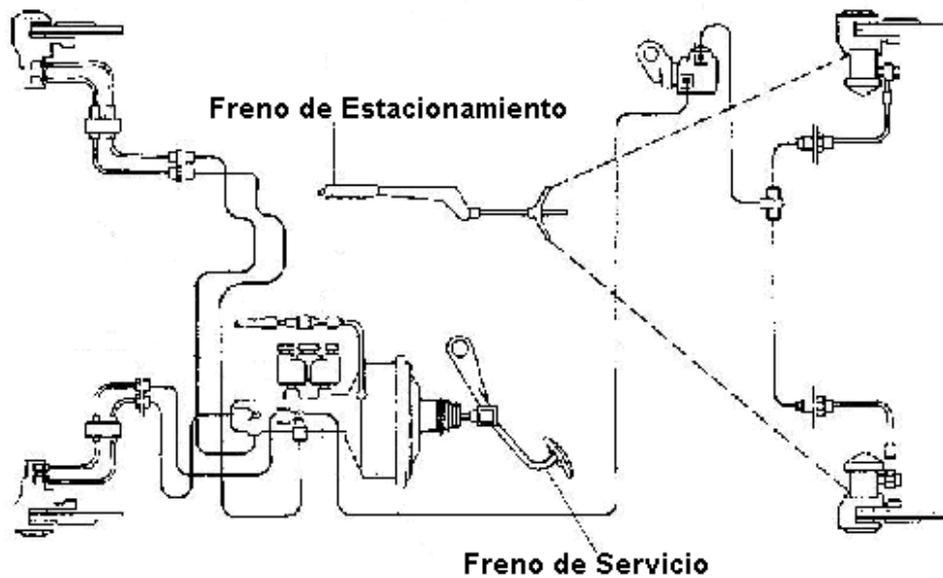
### **TIPOS DE INSTALACIONES**

Las instalaciones de frenos están sometidas a estrictas especificaciones técnicas y normas legales en lo que se refiere a la homologación de vehículos automóviles.

Todas las instalaciones de frenos incorporadas en un vehículo configuran en su conjunto, el **Equipo de Frenos**.

Las instalaciones de frenos se clasifican según su utilización y el tipo de accionamiento empleado: mecánico, eléctrico, hidráulico y neumático.

En los automóviles las instalaciones de freno principales son el Freno de Servicio y el Freno de Estacionamiento.



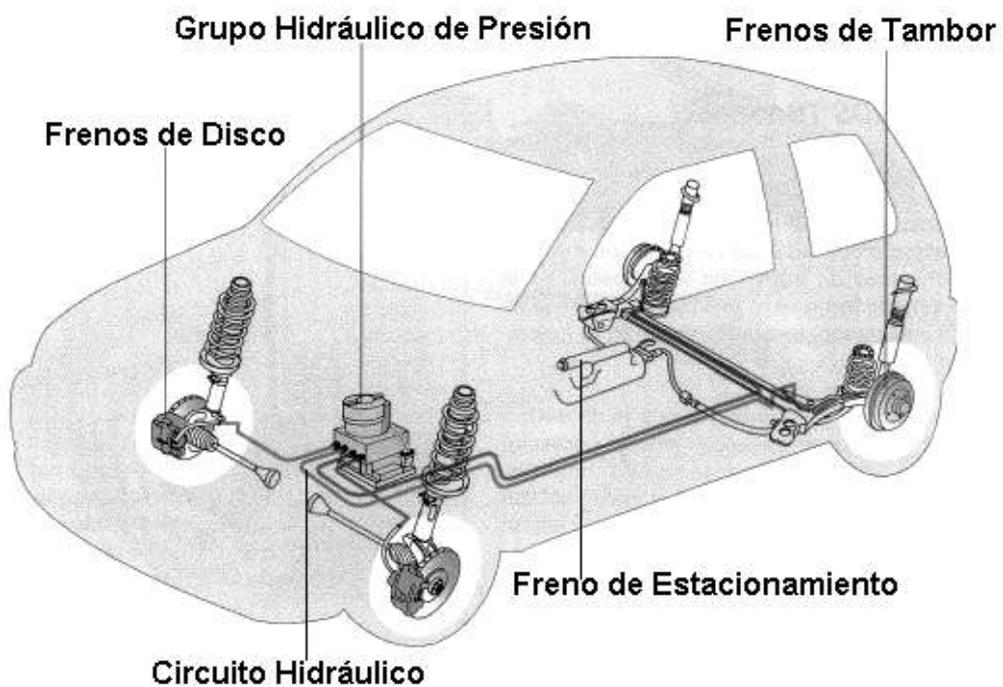
## **2.1 FRENO DE SERVICIO**

### **COMPONENTES PRINCIPALES**

En los automóviles de turismo, derivados de turismo, todo terrenos, monovolúmenes y vehículos industriales ligeros, la instalación general del freno de servicio se constituye por un circuito hidráulico con una serie de elementos de activación de características funcionales y constructivas muy similares en esta categoría de vehículos.

Los elementos principales del circuito hidráulico de los frenos de servicio son:

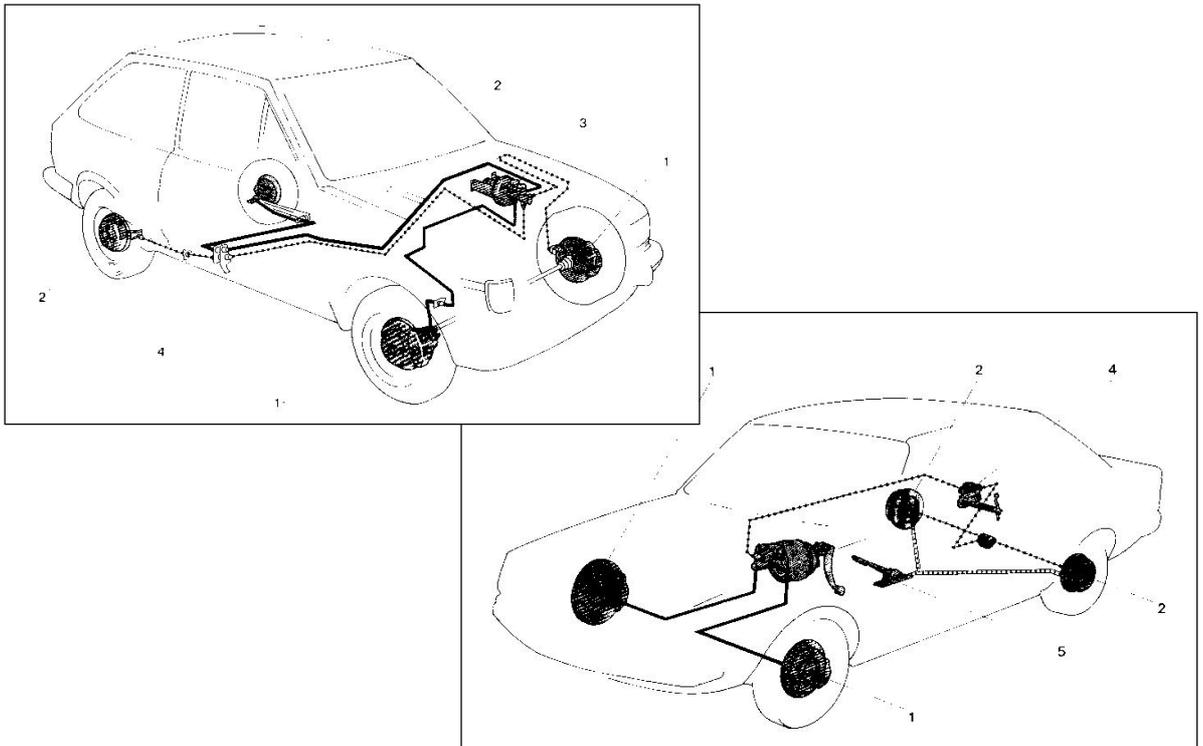
- ❑ Grupo Hidráulico de Presión,
- ❑ Circuito Hidráulico,
- ❑ Frenos de las Ruedas, de disco o de tambor.



## TIPOS DE CIRCUITOS

A efectos de diseño, la instalación del circuito hidráulico más generalizada en los automóviles es el sistema con **doble circuito en diagonal** o en X.

La disposición en X une y distribuye por un lado, la rueda delantera izquierda con la rueda trasera derecha y por otro, la rueda delantera derecha con la rueda trasera izquierda.



Otro tipo de instalación frecuente es el sistema con **doble circuito independiente** de las ruedas delanteras con las ruedas traseras.

## FUNDAMENTOS TEORICOS DE HIDRAULICA

El circuito hidráulico del freno de servicio se basa en la teoría de la hidrostática (Principio de Pascal) sobre la incompresibilidad de los líquidos y la transmisión de la presión.

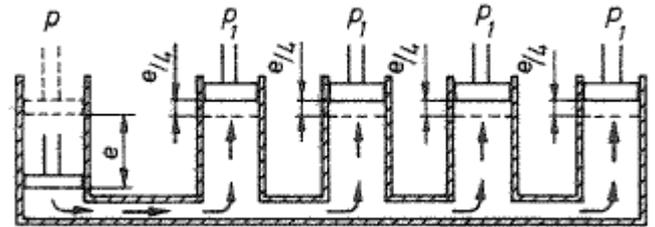
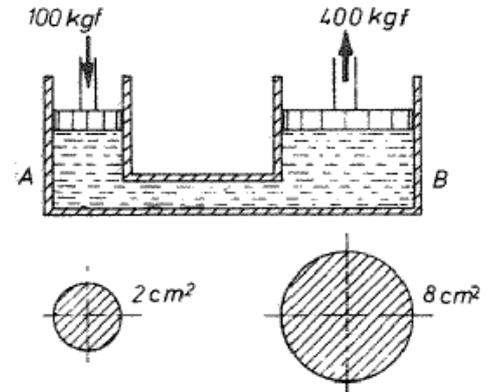
Basicamente, la presión ejercida por un cilindro hidráulico de accionamiento se transmite a través de un circuito a los cilindros receptores que regulan la activación de los elementos frenantes de las ruedas.

El sistema hidráulico permite incrementar la fuerza resultante en los cilindros receptores de los elementos frenantes de las ruedas.

Esta multiplicación se basa en la correlación de los diámetros y desplazamientos de los pistones entre el cilindro emisor y los cilindros receptores.

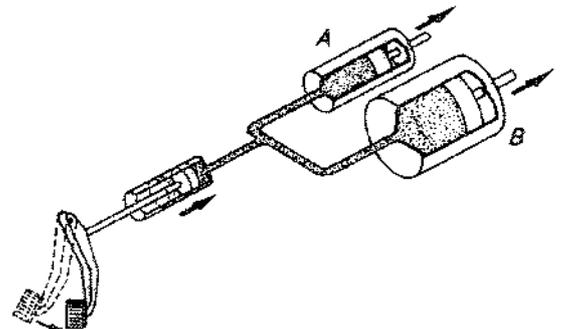
En el ejemplo adjunto se tiene un circuito con dos cilindros, emisor (A) y receptor (B), cuyos pistones de sección 2 y 8 respectivamente suponen una relación de  $\frac{1}{4}$ . Si se aplica una fuerza de 100 Kg, la fuerza resultante será de 400 Kg.

Es decir, las fuerzas son proporcionales a las superficies respectivas de los pistones de los cilindros.



Por otro lado, si en vez de una tubería se dispone un circuito con diferentes tuberías y cilindros, la presión aplicada en el cilindro emisor se transmite uniformemente en todas las direcciones y la presión resultante se distribuye por igual en cada uno de los cilindros receptores.

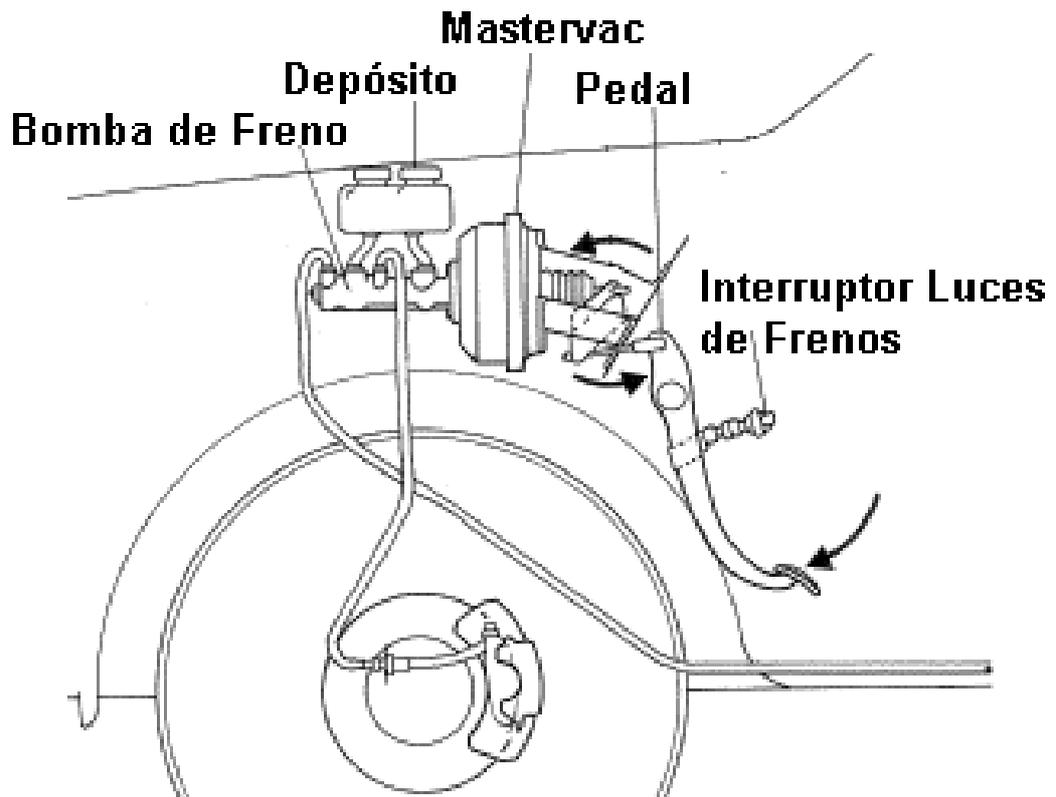
En este caso, el desplazamiento recorrido por los pistones de los cilindros receptores es cuatro veces menor que el espacio recorrido por el cilindro emisor, es decir, la suma de los desplazamientos de los pistones receptores es igual a la carrera recorrida por el pistón emisor.



Si los cilindros receptores incorporan una sección distinta, las presiones y desplazamientos también son diferentes.

### 2.1.1 GRUPO HIDRAULICO DE PRESION

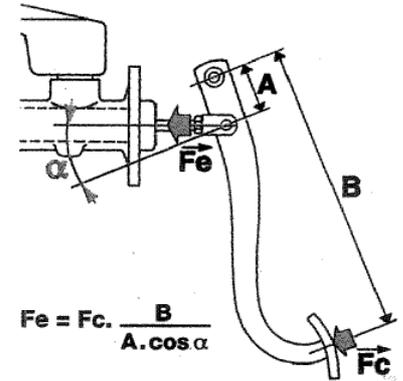
El grupo hidráulico de presión se compone de los siguientes elementos: el pedal de freno que acciona el circuito, el depósito del líquido de frenos acoplado al cilindro hidráulico de presión o bomba de freno y el dispositivo de asistencia de vacío, denominado servofreno o "Mastervac".



## PEDAL DE FRENO

El pedal de freno es la palanca de activación del circuito de freno de servicio, actuando sobre el cilindro principal o bomba de freno por medio de un empujador y con el mínimo esfuerzo a ejercer por el conductor.

Para la activación de las luces de freno, se incorpora un conmutador en el pedal de freno que cierra el circuito eléctrico, cuando el conductor pisa el pedal.



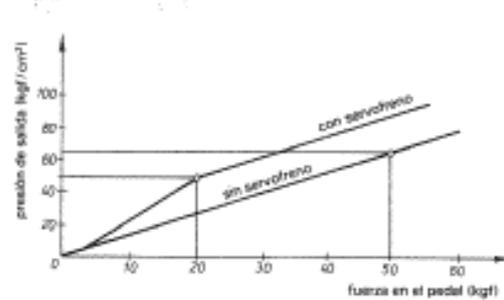
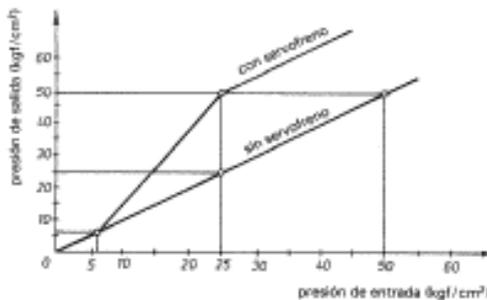
Para el retorno del pedal de freno a la posición de reposo, se incluye un muelle de tracción acoplado al pedal por un extremo y a la carrocería por el otro extremo.

## SERVOFRENO

La fuerza de frenado aplicada al pedal de freno por el conductor tiene la propia limitación del esfuerzo humano. Como dato de interés debe señalarse que el esfuerzo medio a ejercer por un conductor sobre el pedal de freno suele ser de 60 Kg, aproximadamente.

El servofreno es un dispositivo de asistencia de la frenada que permite amplificar y modular la fuerza de frenado ejercida por el conductor sobre el pedal de freno.

En los gráficos adjuntos se puede observar las ventajas de la servoasistencia en la frenada, tanto en el incremento de la presión transmitida a los elementos frenantes de las ruedas como en la reducción del esfuerzo a aplicar por el conductor en el pedal de freno.



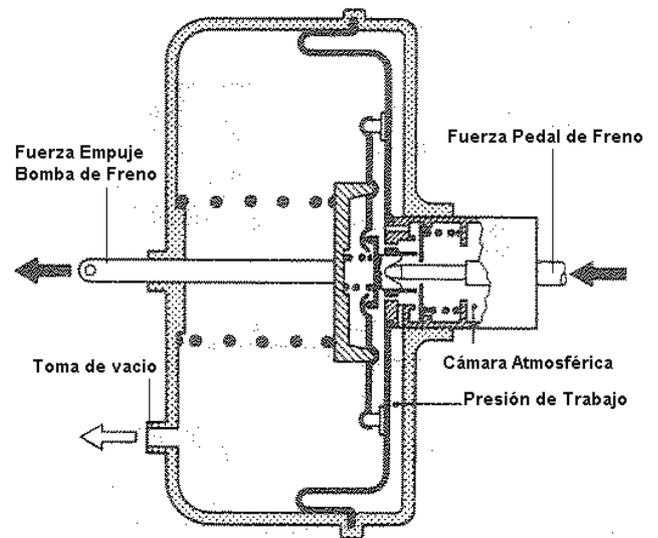
## Tipos de Servofrenos

La generalidad de los automóviles, salvo algunas excepciones, incorporan en el conjunto del Grupo Hidráulico de Presión un servofreno de vacío o depresión, denominado "Mastervac", debido a las ventajas técnicas y constructivas que representa esta solución de servoasistencia.

### Servofreno de vacío: Mastervac

La unidad del servofreno por vacío denominado MASTERVAC permite aplicar una alta presión hidráulica en los elementos frenantes, sin necesidad de que el conductor tenga que hacer un excesivo esfuerzo sobre el pedal de freno.

En los motores **Otto** de gasolina, el mastervac va conectado mediante una tubería de alimentación de vacío al colector de admisión, en cuyo extremo se localiza la válvula de retención de vacío, unidireccional.



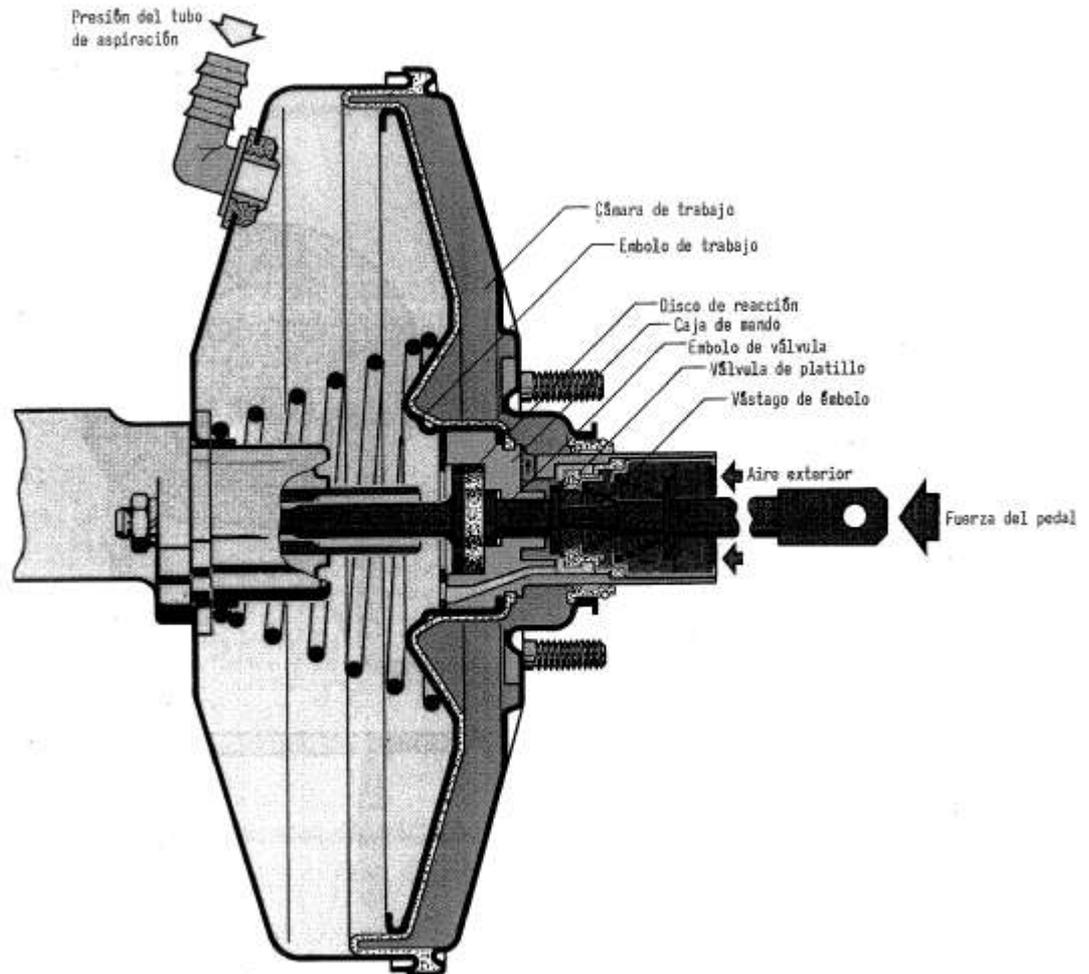
Cuando el conductor levanta el pie del acelerador, se cierra la mariposa y la depresión creada en el colector de admisión del motor es máxima.

Al pisar el pedal de freno para disminuir la velocidad de marcha o detener el automóvil, aumenta la fuerza que el pie proporciona al pedal de freno. Si se produce un vacío superior al de la cámara de depresión del mastervac, la válvula se abre y cuando el valor de vacío es inferior se cierra, manteniendo así, un elevado valor de depresión a disposición del conductor.

En los motores **Diesel** de gasóleo, debido a que no existe una válvula de estrangulamiento o mariposa en el colector de admisión, es necesario incluir una bomba de vacío adicional para lograr unos valores adecuados.

A continuación se describen, los componentes principales y el funcionamiento de este dispositivo de asistencia por vacío.

## Frenado Parcial



Cuando el conductor acciona el pedal de freno, se desplaza hacia la izquierda el vástago de empuje y el émbolo de válvula. Los muelles del vástago oprimen a la válvula de platillo contra el asiento de la caja de mando y cierran el canal de presión del tubo de aspiración en dirección de la cámara de trabajo.

El servofreno se encuentra a punto de servicio.

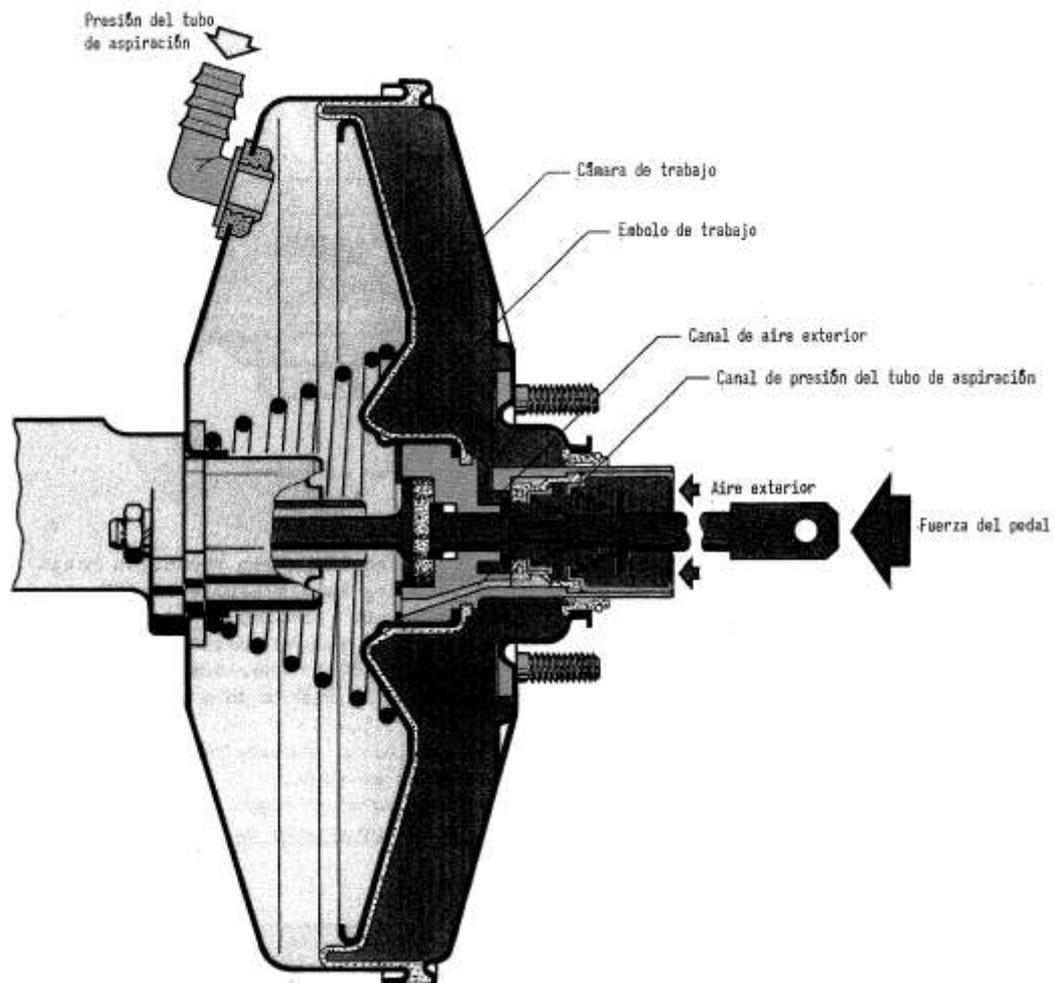
Al seguir apretando el pedal de freno, el émbolo de válvula se separa de la válvula de platillo y abre el canal de aire exterior hacia la cámara de trabajo. Como consecuencia del aire exterior que penetra se forma una presión intermedia.

Esta presión intermedia que actúa sobre el émbolo de trabajo produce una fuerza de asistencia.

La varilla de presión transmite la fuerza de apoyo al embolo de la bomba de freno. La presión que se está acumulando en la bomba de freno ejerce una fuerza de reacción sobre el disco de reacción.

De esta forma, el émbolo de válvula se desplaza hacia la derecha hasta el momento en que se queda cerrado el canal exterior de aire, quedando el servofreno nuevamente a punto de servicio.

### Frenado Total

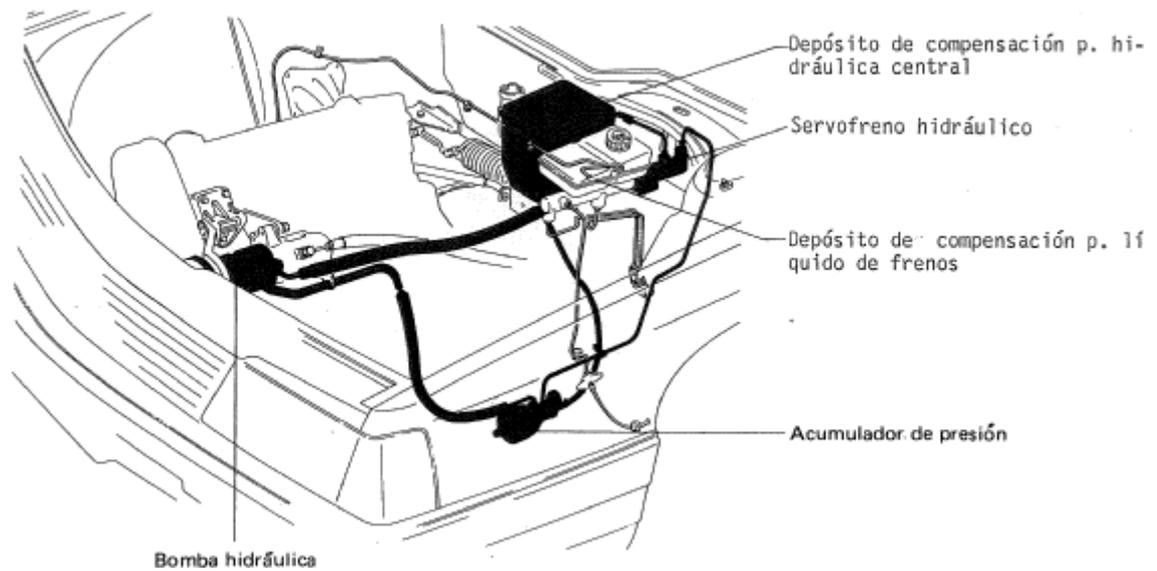


En la frenada total, el canal de aire exterior hacia la cámara de trabajo queda permanentemente abierto y el canal de presión del tubo de aspiración completamente cerrado.

En esta situación la presión existente en la cámara de trabajo es máxima y a consecuencia de esta diferencia de presión, el embolo de trabajo genera la máxima fuerza de asistencia.

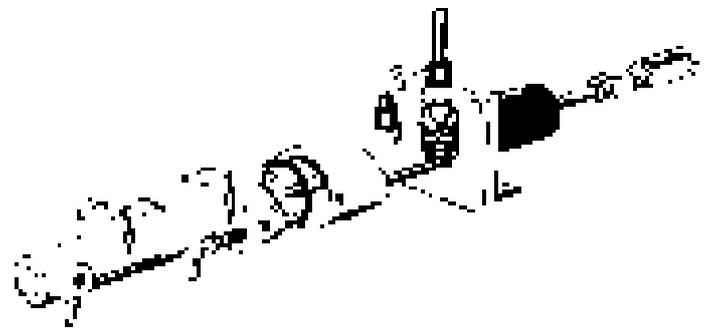
### Servofreno hidráulico: HidroMaster

En algunos modelos de automóviles provistos de un sistema hidráulico específico para combinar la dirección asistida y la regulación de nivel de la suspensión, en lugar de incorporar el servofreno de vacío, se suele equipar un servofreno hidráulico denominado como HIDROMASTER intercalado en este sistema hidráulico.

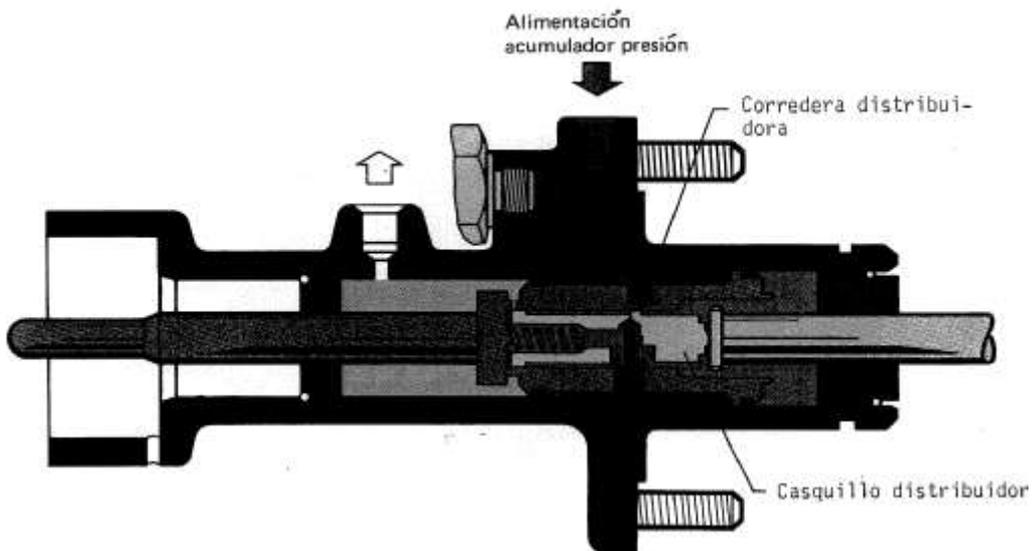
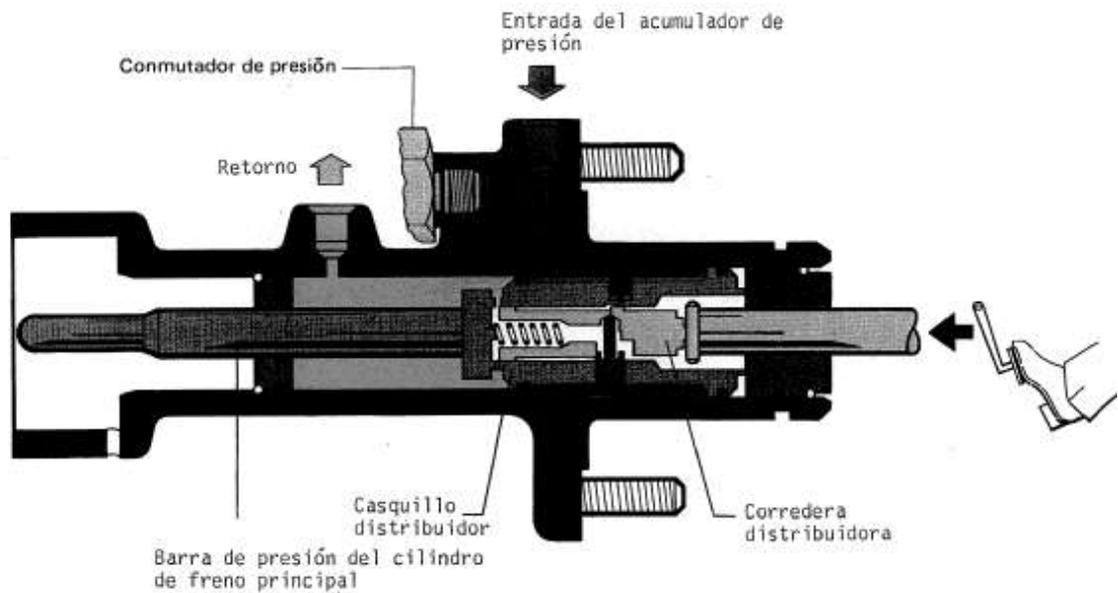


Esta solución permite insertar un servofreno hidráulico cuyas ventajas son: una mayor reacción del freno y un punto de asistencia superior al servofreno de vacío, con una reducción de esfuerzo a emplear en el accionamiento del pedal de freno para el conductor muy considerable.

A continuación se describen, los componentes principales y el funcionamiento de este servofreno hidráulico.



**Frenado Parcial**

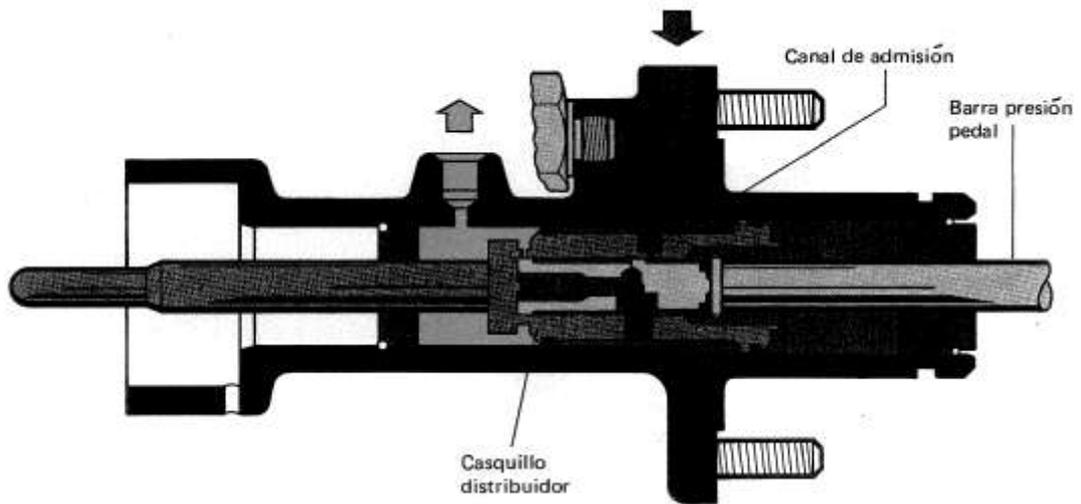


Al pisar el pedal de freno, la corredera distribuidora abre el canal de admisión.

Al mismo tiempo se cierra el canal de retorno y se acumula presión en la cámara, desplazando el casquillo distribuidor hasta que vuelve a quedar cerrado el canal de admisión.

La fuerza que actúa sobre el casquillo distribuidor se transmite, por medio de la barra de presión, al cilindro de freno principal o bomba de freno y se inicia la asistencia hidráulica a la fuerza del pedal de freno aplicada por el pie del conductor.

### Frenado total



Si sobre la barra de presión aumenta la fuerza hasta un tarado predeterminado, se abre por completo el canal de admisión del casquillo distribuidor y se genera la máxima presión hidráulica de asistencia en la frenada.

Por más que se siga incrementando la fuerza en el pedal de freno, ya no se produce más asistencia.

Al soltar el pedal de freno, la corredera distribuidora cierra el canal de admisión y abre el de retorno. El líquido hidráulico de esta cámara retorna al depósito de compensación entre la corredera y el casquillo distribuidor.

## **BOMBA DE FRENO**

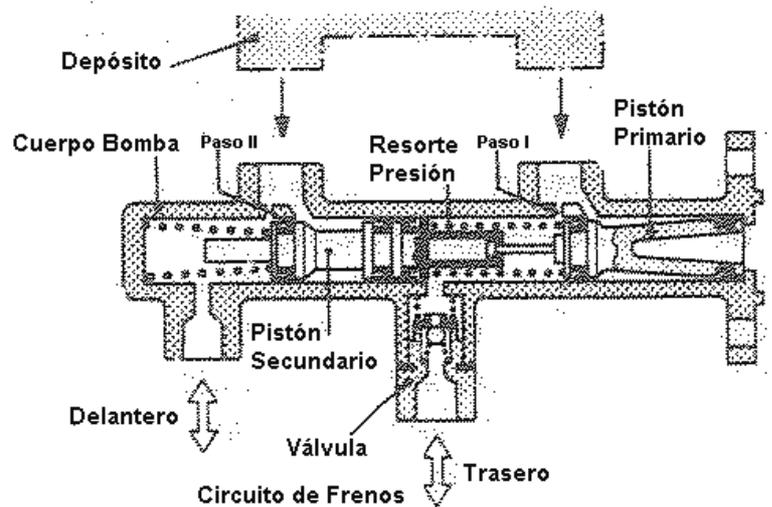
La actual legislación en materia de homologación de vehículos, obliga a los constructores a incorporar un freno de servicio con una instalación de doble circuito independiente.

Es por este motivo que, a continuación del servofreno, se dispone del cilindro principal de freno de tipo "tándem", denominado comúnmente como bomba de freno.

Este tipo de bomba de freno "tándem" suministra el líquido de frenos con igual presión a cada uno de los dos circuitos independientes.

El depósito del líquido de frenos se ubica en la parte superior de la bomba de freno, en comunicación con las dos cámaras de presión I y II, correspondientes a los pistones primario y secundario de cada circuito independiente.

En la posición de reposo, debido a la acción de los resortes, el conjunto de pistones se localiza desplazado a la derecha del cuerpo de bomba. En esta situación, el líquido de frenos del circuito delantero y trasero esta conectado al depósito compensador de doble cámara por los pasos I y II, pero sin presión.



En esta situación, el líquido de frenos del circuito delantero y trasero esta conectado al depósito compensador de doble cámara por los pasos I y II, pero sin presión.

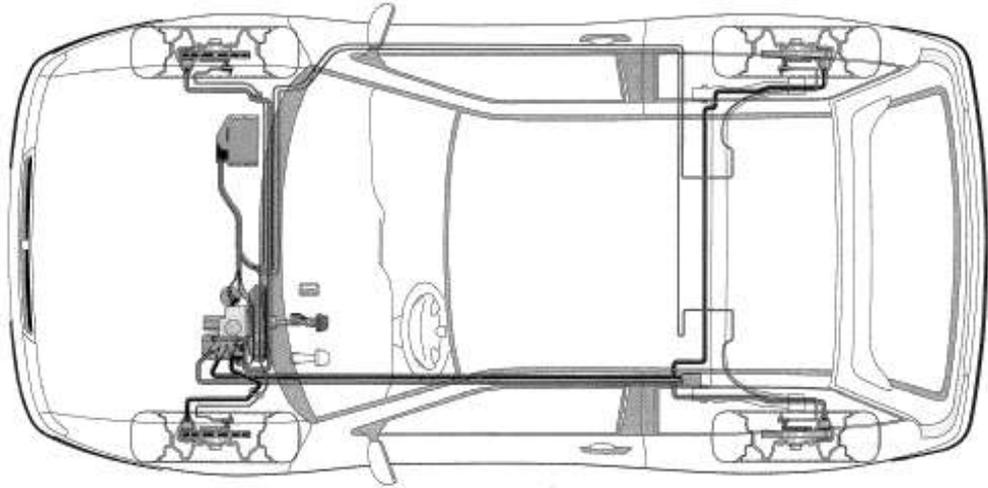
Al pisar el pedal de freno, el vástago del servofreno desplaza al conjunto de pistones a la izquierda del cuerpo de bomba. En esta situación cada pistón, primario y secundario, rebasan los puntos o pasos I y II. Al cerrar estos pasos, el líquido de frenos de las cámaras de los pistones primario y secundario permanecen "estancas" bajo una presión proporcional a la fuerza de empuje, que se transmite a los circuitos delantero y trasero.

La gran ventaja que presenta la bomba de freno de doble pistón, es que la presión del líquido de frenos se transmite por separado a los elementos frenantes de las ruedas delanteras y las ruedas traseras.

En el caso de una fuga del líquido de frenos en uno de los circuitos del freno de servicio, el automóvil no se queda sin frenos, y aunque con una eficacia muy reducida, siempre permanece un circuito habilitado para frenar el vehículo.

## 2.1.2 CIRCUITO HIDRAULICO

El circuito hidráulico está formado por las diferentes **tuberías, manguitos** y **conexiones**, que transportan el líquido de frenos desde el cilindro hidráulico o bomba de freno hasta los elementos frenantes de las ruedas.



El circuito está formado por una serie de canalizaciones con unos tramos metálicos y otros flexibles, unidos entre sí por medio de racores de empalme, y fijados al chasis mediante grapas y abrazaderas.

Las tuberías metálicas suelen ser tubos de cobre que se acoplan a las diferentes salidas de presión de la bomba de freno y que derivan el líquido de frenos hacia los elementos frenantes de las ruedas.

Las tuberías flexibles suelen ser generalmente los denominados latiguillos de caucho recubiertos interiormente con lonas de tela o lonas metálicas e incorporan en sus extremos las correspondientes uniones roscadas de conexión.

Los latiguillos se acoplan en el tramo donde se ubican los elementos frenantes de las ruedas con la finalidad de absorber las diferentes oscilaciones y desplazamientos a que se encuentran sometidas las ruedas en condiciones de marcha.



## LIQUIDO DE FRENOS

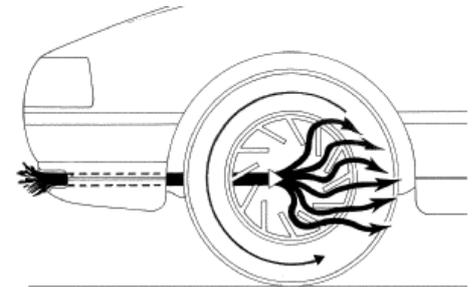
Los líquidos de frenos suelen ser un compuesto mineral o sintético a base de éteres de poliglicol y aditivos para evitar la degradación química por el calor y la corrosión.

Los líquidos minerales se utilizan exclusivamente en algunos vehículos que comparten la hidráulica del circuito de frenos con la dirección servoasistida y la suspensión hidroneumática, por ejemplo algunos de los modelos de la marca Citroën.

Actualmente, los líquidos de frenos sintéticos son los que se utilizan en la mayoría de los automóviles debido a que se consiguen alcanzar el mayor rendimiento de sus propiedades características: un poder de corrosión reducido, un elevado punto en ebullición a alta temperatura y en solidificación a baja temperatura, con un punto de fluidez constante a las variaciones de temperatura.

El inconveniente de los líquidos de freno es que son muy “higroscópicos”, es decir, absorben fácilmente la humedad ambiental y aunque incorporan aditivos para reducir este efecto, con el paso del tiempo tienden a “mojarse”.

Este es uno de los motivos por lo que se recomienda cambiar el líquido de frenos cada dos años para mantener en óptimas condiciones su eficacia.



Para destacar la importancia del líquido de frenos debe recordarse que, aunque los elementos frenantes de las ruedas son refrigerados por el aire forzado de la marcha del automóvil, llegan a alcanzar una alta temperatura durante la frenada, que afecta también a todos los componentes próximos como son los pistones de las pinzas de frenos.

El calor generado llega a transmitirse al líquido de frenos que se encuentra en el interior de los bombines o cilindros receptores de presión de las ruedas.

Ante frenadas de máxima severidad y con gran frecuencia, este calor irradiado puede hacer que el líquido de frenos llegue a vaporizarse, produciendo burbujas de vapor, lo que implica un efecto similar a un circuito mal purgado y el líquido de frenos se vuelve “compresible”.





La consecuencia de este efecto es que el líquido de frenos no puede transmitir la fuerza de frenado necesaria en los bombines y al pisar el pedal de freno, no se genera la retención correcta del automóvil.

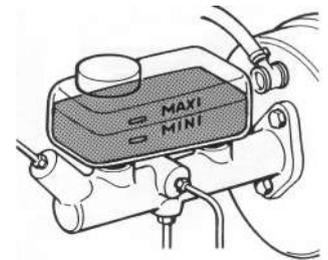


Para evitar esta situación, los líquidos de frenos se fabrican con un punto de ebullición muy alto, según la denominación internacional DOT, que permite su calentamiento sin perder la propiedad más necesaria que es la incompresibilidad.

El punto de ebullición mínimo admisible de los líquidos de frenos actuales puede oscilar desde un DOT3 con 205 °C a un DOT5 con 260 °C.

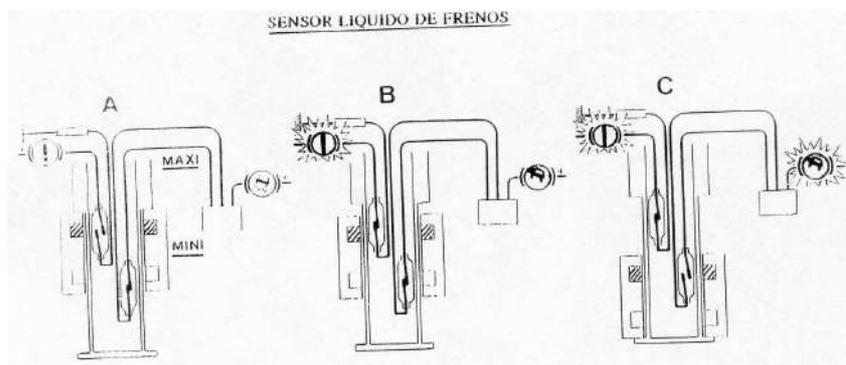
La degradación por utilización de los líquidos de freno no debe superar un punto de ebullición mínimo, también denominado como punto “húmedo”, y este mínimo recomendable no debe ser inferior a los 150°C.

A nivel de seguridad, para mantener el nivel correcto en el depósito del líquido de frenos, se incorpora un dispositivo de aviso mediante un testigo luminoso en el cuadro de instrumentos, para que en el caso de existir alguna fuga y se reduzca el nivel recomendado, el conductor pueda observar este aviso al encenderse este testigo y subsanar dicha anomalía.



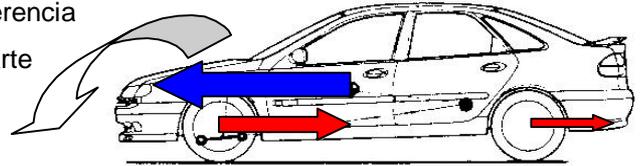
Para emitir esta señal, el tapón del depósito del líquido de frenos incorpora un sensor de nivel en cuyo núcleo central lleva instalados verticalmente, dos conmutadores. Exteriormente, se acopla un flotador plástico con un anillo magnético insertado en la periferia interior del mismo.

Si desciende el nivel de líquido, desciende a su vez el flotador, lo que produce la activación del sensor, emitiendo una señal eléctrica que enciende el testigo luminoso del cuadro de instrumentos.



## REGULADOR DE FRENADO

En la operación de frenado se produce una transferencia de peso longitudinal, de la parte trasera a la parte delantera.

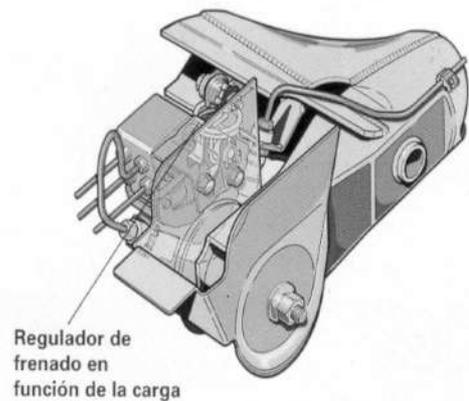
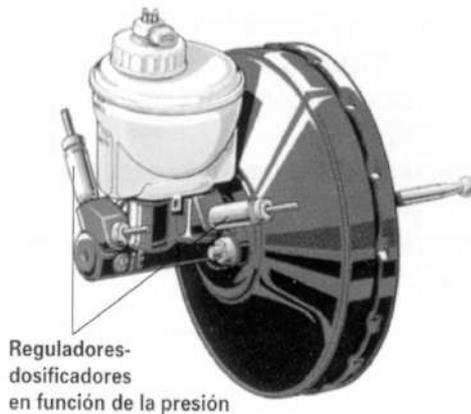


Esta circunstancia se acentúa cuanto más enérgica es la frenada.

Si ante una frenada de emergencia, la presión de frenado es la misma en todo el circuito de frenos, las ruedas delanteras pierden eficacia para detener el automóvil y las ruedas traseras se bloquean rápidamente, arrastrándose por la superficie y produciendo una situación de riesgo e inseguridad en la frenada.

Para evitar el bloqueo de las ruedas traseras se suele incluir un válvula correctora de presión o **regulador de frenado**, para regular la presión del líquido de frenos transmitida a los frenos traseros a medida que aumenta el valor de la presión del circuito.

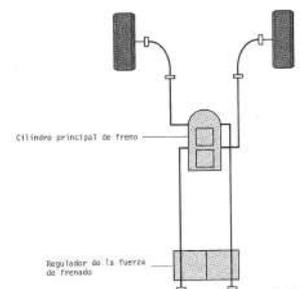
Los reguladores de la presión de frenado en las ruedas traseras pueden ser de 3 tipos, en función del método de dosificación: regulador de carga, limitador de presión y reductor inercial.



Aunque las características constructivas pueden variar notablemente en el diseño de este tipo de componentes según los modelos e innovaciones de fabricación, los fundamentos básicos de funcionamiento siguen siendo semejantes.

Es por este motivo que los diseños funcionales de estos reguladores que se describen a continuación se basan en la aplicación generalizada de los mismos.

### Regulador de carga

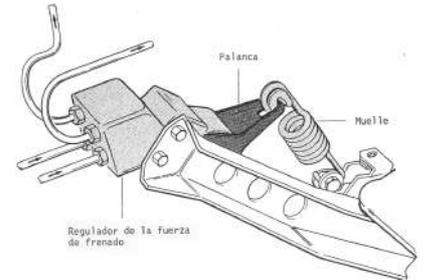




Los reguladores de carga ajustan la fuerza de tracción que se fija en el puente trasero, acoplado con un resorte de tracción regulable el cual transmite al regulador las condiciones de carga disponibles en todo momento, tanto en la conducción en rectas como en curvas.

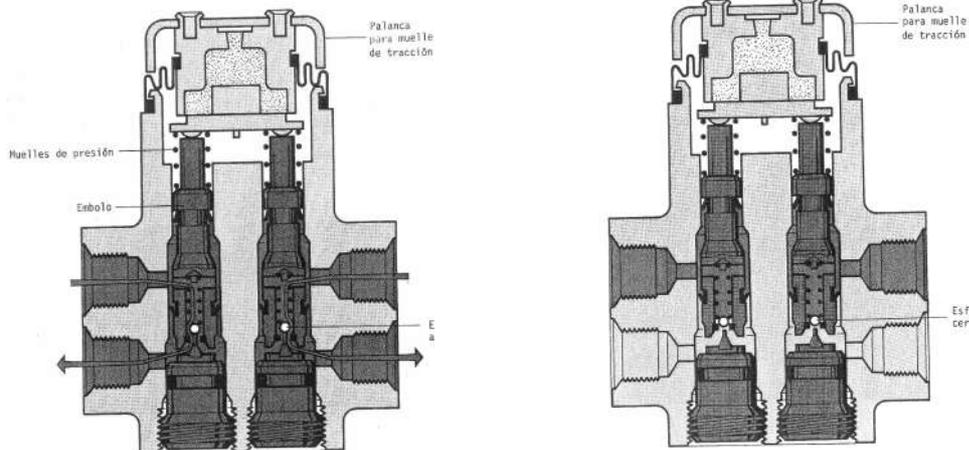
En la situación de reposo, los resortes de presión empujan a los cilindros hasta el tope inferior, elevando de su asiento a las esferas de válvula. En esta posición queda abierto el paso del cilindro principal a los cilindros de las ruedas. En el caso de frenar, afluye el líquido de frenos hasta los cilindros receptores de los elementos frenantes de las ruedas.

Se forma presión y al llegar a un cierto nivel, los émbolos se desplazan hacia fuera superando la fuerza de tarado del resorte. Cuando las esferas de válvula se encuentran en los asientos de válvula, se cierra el paso, generando una presión de inversión.



Cuando se flexiona el puente trasero debido a la carga, se produce el cierre del paso de los circuitos traseros. Al aumentar la carga, aumenta la tracción del muelle de la palanca del regulador y de esta forma, los émbolos no se desplazan hasta que no se produce una presión de frenado mayor. Las esferas de válvula no cierran el paso hasta detectar una presión más alta.

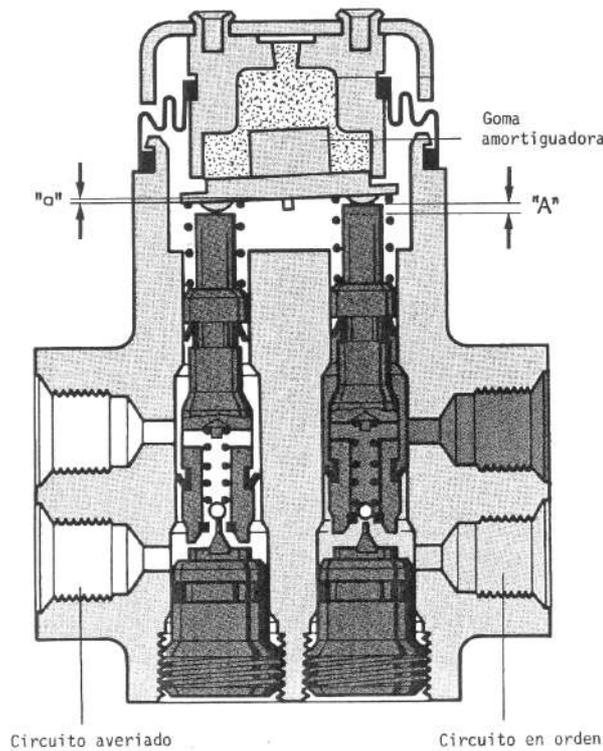
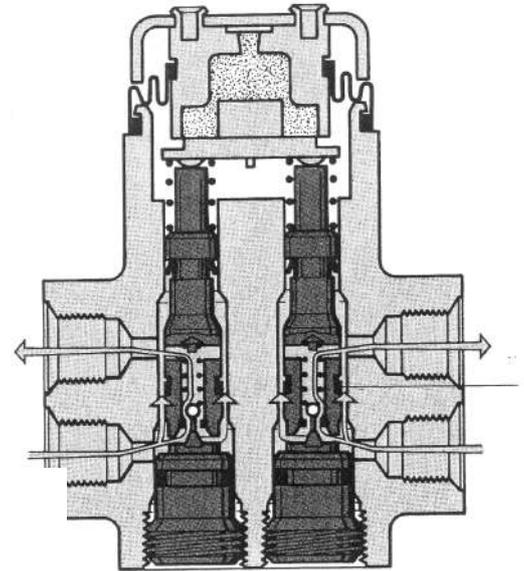
Según la carga y el recorrido de flexión en el eje trasero, el regulador de frenado cierra antes o después y con ello se evita un sobrefrenado de las ruedas traseras.





Si se eleva el pedal de freno, disminuye la presión en la entrada del regulador y el muelle acoplado en la palanca del regulador, arrastra a los émbolos a la situación de reposo, desacoplando a las esferas de válvula. El líquido de frenos retrocede a través de las válvulas y de los anillos de junta de los émbolos.

En el caso de fallar un circuito de freno, se separa la placa distribuidora del émbolo correspondiente al circuito de freno averiado. Si se acciona el pedal de freno, la placa distribuidora se inclina por la caída de presión con el recorrido preciso para cerrar la válvula de esfera.



**Limitador de presión**

Los limitadores de presión suelen ubicarse en la salida de los canales de presión de la bomba de freno para los elementos frenantes de las ruedas traseras.

Al comenzar el proceso de frenado, el cilindro principal de freno tandem o bomba de freno envía el líquido de frenos a las diferentes canalizaciones de los frenos de las ruedas.

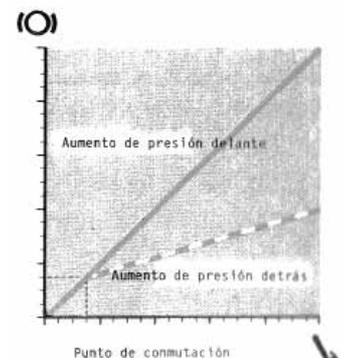
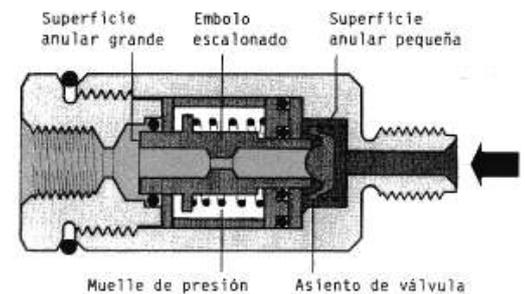
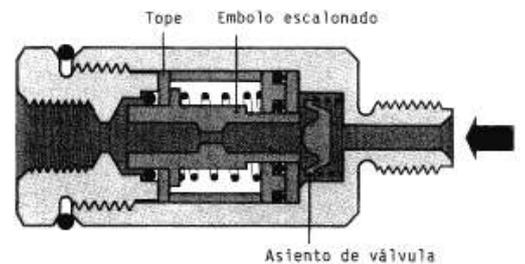
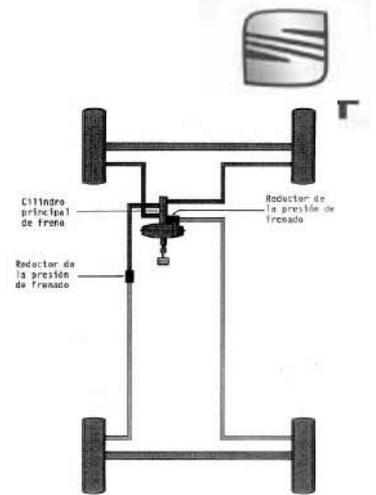
Cuando la presión del líquido de frenos alcanza un determinado valor a su paso por el limitador de presión se activa el émbolo escalonado.

Este émbolo escalonado se desplaza hacia la derecha sobre la superficie anular grande, venciendo la resistencia del muelle de presión y la presión existente sobre la superficie anular pequeña.

Cuando el émbolo escalonado llega al asiento de válvula, no puede seguir aumentando la presión.

Si aumenta la presión sobre e el pedal de freno, aumenta la presión sobre la superficie anular derecha en el émbolo escalonado, a la cual se opone la fuerza del muelle. El émbolo escalonado se desplaza hacia la izquierda y deja pasar algo de presión.

Vuelve a aumentar la fuerza sobre la superficie anular grande y el émbolo vuelve hacia la derecha al asiento. Mediante este juego alternado: Aumento de presión, apertura del émbolo, aumento de la fuerza, cierre del émbolo y aumento de la presión, se evita un exceso de frenado en las ruedas traseras.



### **Reductor inercial**

Los reductores inerciales también denominados como válvulas de deceleración o válvulas G aprovechan el impulso de la inercia y la inclinación del vehículo al frenar para reducir la presión de frenado en las ruedas traseras.

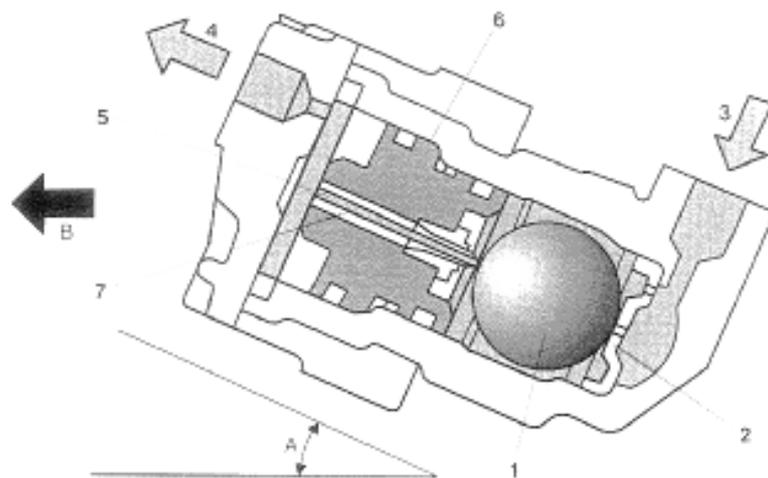
Este tipo de válvulas se ubican y fijan al vehículo con una inclinación determinada para lograr el efecto de reducción especificado.

En condiciones de reposo, el peso de la bola permite el paso del líquido de frenos.

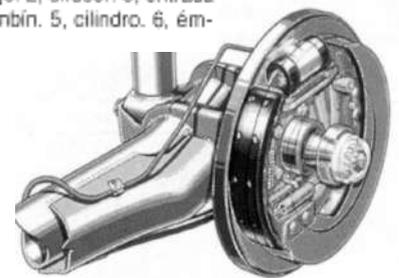
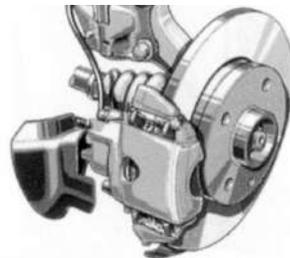
Cuando el automóvil frena, la transferencia de peso longitudinal hace que la bola se desplace hacia la parte delantera, de forma que impide el paso del líquido de frenos hacia los elementos frenantes de las ruedas traseras.

Cuanto más intensa es la frenada, mayor es la sección de paso que tapona esta bola y mayor reducción de la presión en la frenada.

Cuando la frenada cesa, se restablece el nivel hasta el punto de reposo de la válvula y las condiciones de funcionamiento de la válvula se restablecen.



Esquema del funcionamiento de una válvula de deceleración. A, ángulo de instalación. B, parte delantera del vehículo y horizontalidad del mismo. 1, bola de corte del flujo. 2, difusor. 3, entrada del líquido procedente de la bomba de freno. 4, salida del líquido hacia el bombín. 5, cilindro. 6, émbolo. 7, pasador hueco.



### 2.1.3 FRENOS DE LAS RUEDAS

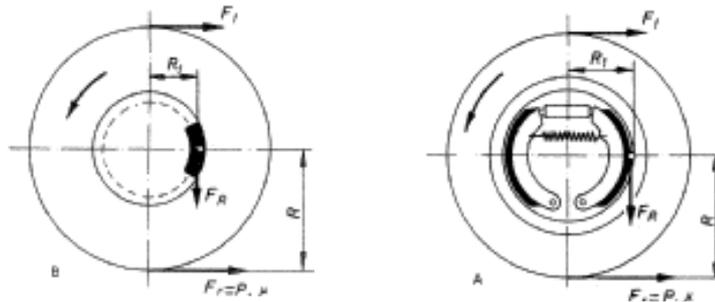
Para absorber la energía cinética generada en el desplazamiento del automóvil, y detenerlo, es preciso la incorporación de unos elementos frenantes incorporados en las ruedas con un elevado coeficiente de



adherencia, que al producirse la fricción entre los mismos permiten frenar el giro de las ruedas y decelerar la velocidad de marcha del vehículo.

Uno de los diseños más frecuentes supone la instalación de **frenos de disco** en las ruedas delanteras y **frenos de tambor** en las ruedas traseras.

En los frenos de disco y en los de tambor, al accionar el pedal de freno, la presión hidráulica del circuito se incrementa y desplaza las **pastillas** y las **zapatas** de freno, presionándolas contra los **discos** y los **tambores**.



Cuando el conductor suelta el pedal de freno, se anula el contacto.

Para una mejor evacuación del calor generado en el rozamiento entre disco y pastilla, se disponen los denominados **discos autoventilados**.

Las dimensiones constructivas de los elementos frenantes: discos y pastillas, tambores y zapatas, dependen de las prestaciones potenciales del automóvil.

## PASTILLAS Y FORROS DE FRENO

Las cualidades básicas requeridas al material a las pastillas y forros de freno son: un elevado coeficiente de rozamiento, una gran resistencia al desgaste y una fácil disipación del calor durante el frenado.

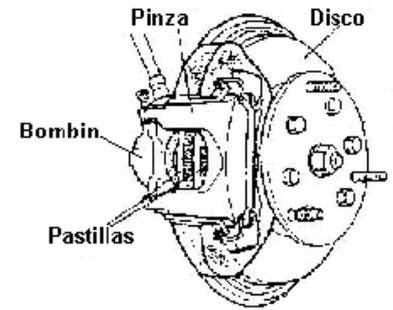
Las pastillas y forros de freno se fijan a la parte fija del freno y su objeto es garantizar un máximo rozamiento contra las superficies móviles, disco y tambor, que giran solidarias a las ruedas.

A continuación destacamos las características constructivas de estos elementos frenantes.

## FRENOS DE DISCO

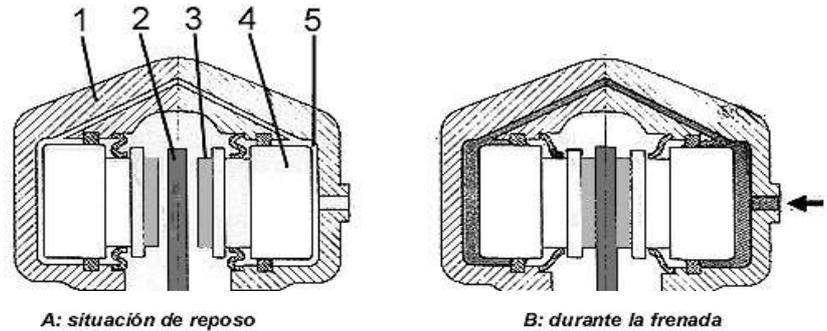
Los frenos de disco generan las fuerzas de frenado en la superficie circular de un disco que gira solidario con la rueda.

La pinza de freno que suele tener forma de U, incorpora un pistón hidráulico o bombín para presionar las pastillas sobre el disco y permanece acoplada a un soporte no giratorio

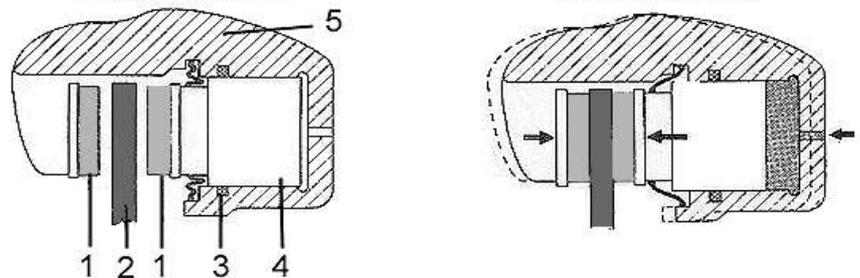


Las pinzas de freno pueden ser de dos tipos: fija o flotante.

### Pinza Fija o de doble acción



### Pinza móvil o de reacción



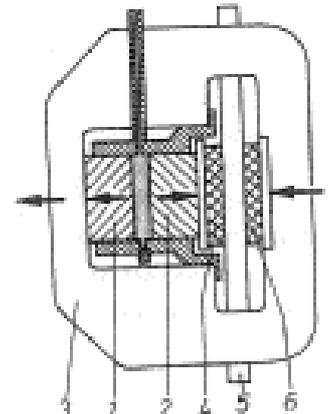
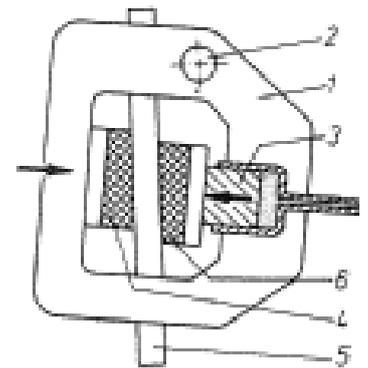
Según el tipo de pinza, la acción de frenado se realiza por medio de uno, dos o cuatro pistones desplazables que se ajustan a cada una de las caras del disco de freno.

En el grupo de pinzas móviles se destacan dos tipos, oscilantes y deslizantes.

### Pinzas oscilantes

En las pinzas de freno móviles, el desplazamiento de la pinza es **oscilante**. Al aplicar la presión de frenado para accionar el pistón, se ejerce una presión igual y opuesta sobre el extremo cerrado del cilindro.

Esta reacción obliga a la pinza a desplazarse en dirección opuesta a la del movimiento del pistón, efectuando un pequeño giro alrededor del tornillo de fijación de la pinza.



### Pinzas deslizantes

En otro tipo de pinza de freno móvil, el desplazamiento de la pinza es **deslizante**, de funcionamiento similar a las anteriores. Al accionar el cilindro con dos pistones opuestos se ejerce una presión en direcciones opuestas, uno mueve la mordaza y otro la pastilla de freno contra el disco, aprisionando el disco contra la otra pastilla.

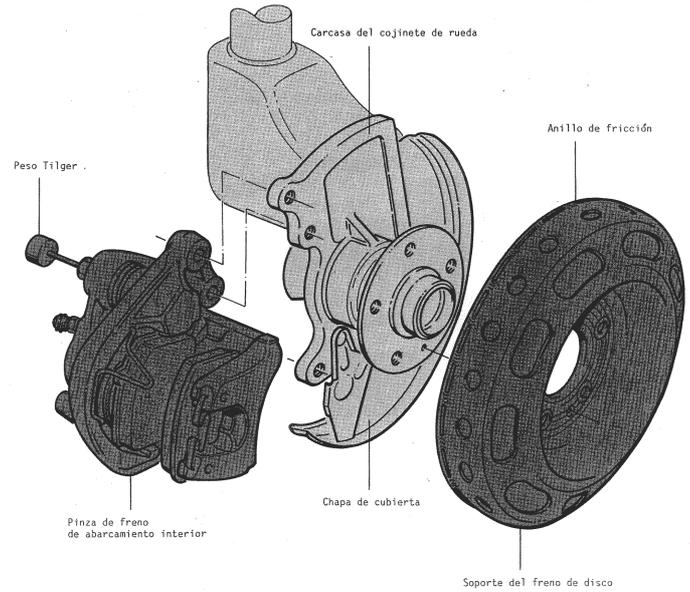
Una variante de los frenos de disco convencionales con pinza móvil es el disco de freno con pinza invertida, también denominad como pinza de freno de abarcamiento interior.

### Disco de freno con pinza invertida

Este nuevo sistema incorpora una pinza de freno móvil de abarcamiento interior está atornillada a tres puntos de fijación en la carcasa del cojinete de rueda. El sistema de guía esta formado por un rodamiento de sustentación y un cojinete libre.

La fuerza de frenado del revestimiento interior se recoge directamente por el émbolo de freno y la fuerza de frenado del revestimiento exterior se conduce hacia el rodamiento de sustentación a través del puente de la carcasa.

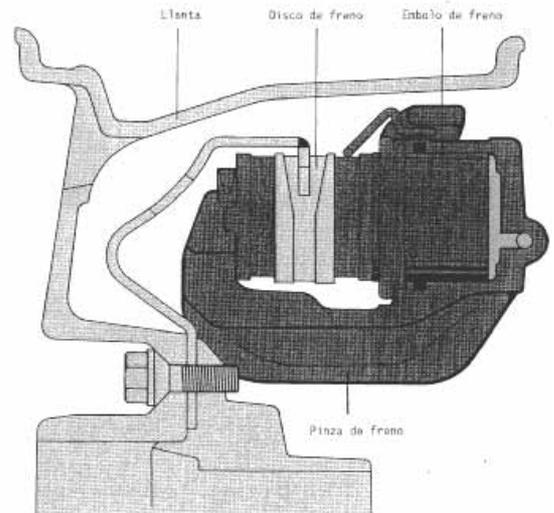
Este diseño se compone de un disco de freno formado por un soporte del disco de freno abovedado hacia dentro y del anillo de fricción ventilado interiormente.



El soporte de los discos de freno y el anillo de fricción están soldados entre sí exteriormente de forma continua.

En este sistema, la pinza de freno invertida agarra desde dentro sobre el disco de freno.

Por este motivo, puede aprovecharse todo el espacio dentro de la llanta, porque no necesita ningún espacio suplementario para la pinza de freno.



La ventaja esencial de esta disposición es que el disco de freno puede aprovechar todo el espacio dentro de la llanta y en consecuencia, se logran unos diámetros de ruedas iguales a los del radio de fricción efectivo de los discos de freno, lo que se traduce en una disminución considerable de la presión de frenado y una reducción muy notable de las temperaturas normales desarrolladas en la frenada.

### **Dispositivos de reglaje de las pastillas de freno**

Al cesar el esfuerzo de frenado, las pastillas de freno tienden a separarse del disco por el efecto de rotación, retrocediendo el pistón a una distancia determinada donde no existe el contacto entre estos elementos.



El ajuste o regulación de las pastillas de freno al disco se realiza de forma automática mediante los actuadores internos que se incorporan en el cilindro de la pinza de freno.

Estos actuadores o reguladores pueden ser: por ajuste del retén del cilindro y por ajuste de tornillo.

### **Regulación por retén**

El cilindro incorpora un retén o junta elástica de hermeticidad en su interior.

Al frenar, se desplaza el pistón presionando la pastilla sobre el disco de freno. En esta aproximación, el pistón produce una deformación lateral en el retén en el sentido del desplazamiento.

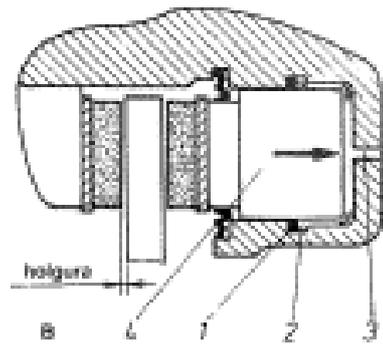
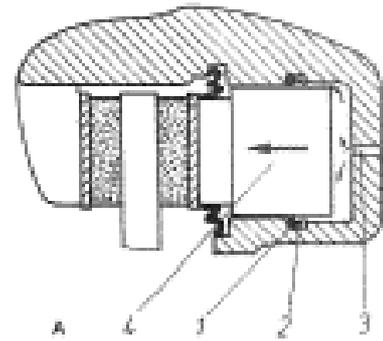
Al soltar el pedal de freno, retrocede el líquido de frenos y el retén deformado recupera su posición de reposo debido a la elasticidad del mismo, retrayendo al pistón a su posición inicial en la misma proporción que la deformación efectuada.

Así se compensa el desgaste de las pastillas, manteniendo la holgura normal de funcionamiento.

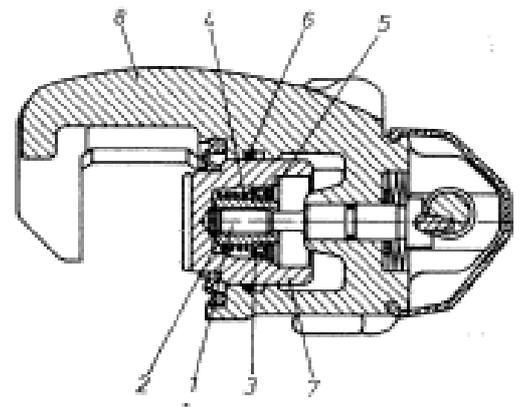
### **Regulación por tornillo**

El cilindro incorpora también un retén o junta elástica de hermeticidad, asegurando el retroceso del pistón por la recuperación del retén.

El pistón es hueco por su parte interior y en este alojamiento se ubica un dispositivo de regulación mediante un tornillo roscado a un manguito posicionado en línea con un rodamiento y un resorte.



*Regulación automática de las pastillas: A, posición de frenado; B, retroceso automático.*





disco y las pastillas, este mecanismo permite asegurar el mismo retroceso inicial del pistón. Al avanzar el pistón en una carrera excesiva, obliga al manguito a girar sobre el tornillo roscado. Esta rotación en el sentido del avance es debida al incremento de diametro del resorte.

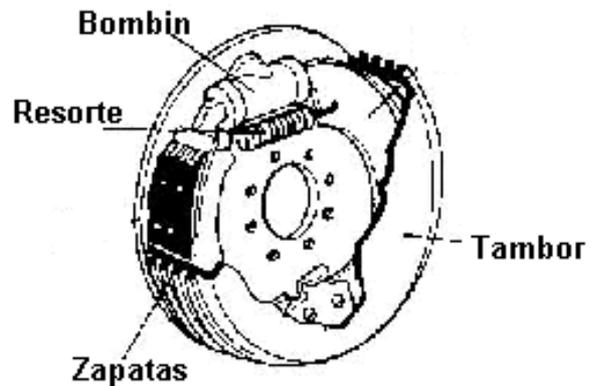
Al cesar la acción frenante, el pistón retrocede el recorrido que permite la deformación del retén, dado que al hacer tope el la parte interior del pistón con el manguito roscado, el manguito permanece bloqueado por el resorte.

## FRENOS DE TAMBOR

Los frenos de tambor generan las fuerzas de frenado mediante unas zapatas en la superficie interna de un tambor que gira solidario con la rueda.

Las dimensiones de las zapatas se adaptan a la forma circular del tambor y van acopladas a un soporte no giratorio.

En la parte superior de las zapatas se localiza un bombin que acciona y empuja a las mismas sobre el interior del tambor. El retroceso de las zapatas lo ejerce el resorte.



Tambien suelen incorporar un dispositivo adicional en forma de leva, para el freno de estacionamiento.

Según la posición del mecanismo de accionamiento y la forma de apoyo de las zapatas, los frenos de tambor se clasifican en los tipos constructivos siguientes: freno de tambor Simplex, Twinplex y Duoservo.

A continuación destacamos cada un de estos tipo de tambores de freno.

### Freno de tambor Simplex

Este es el diseño más generalizado en los frenos de tambor para las ruedas traseras.

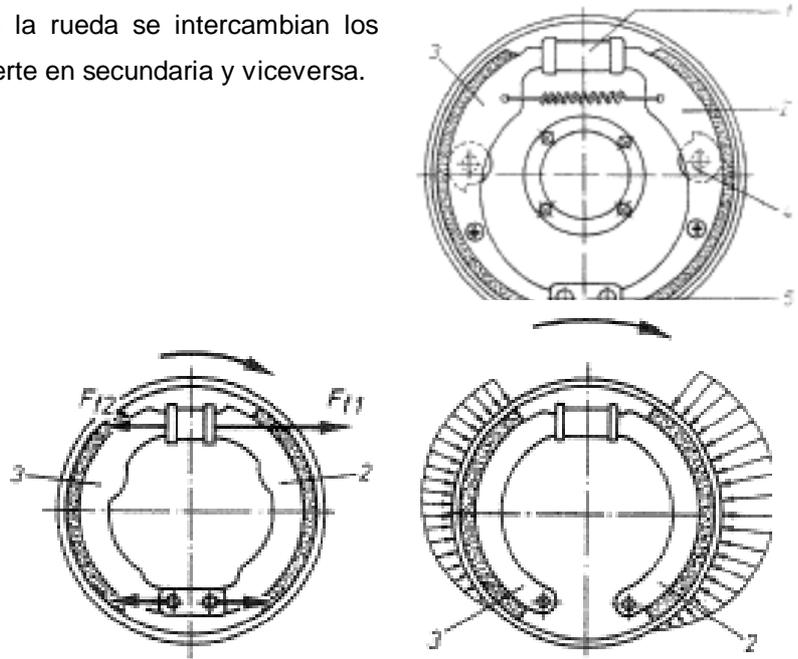


El freno de tambor **Simplex** incorpora una zapata primaria que actúa sobre el tambor a contragiro y otra zapata secundaria que apoya al tambor en el mismo sentido de giro de la rueda. Por efecto del giro del tambor, la zapata secundaria tiende a ser repelida reduciendo la presión de frenado de la zapata sobre el tambor.

Si se invierte el sentido de giro de la rueda se intercambian los efectos y la zapata primaria se convierte en secundaria y viceversa.

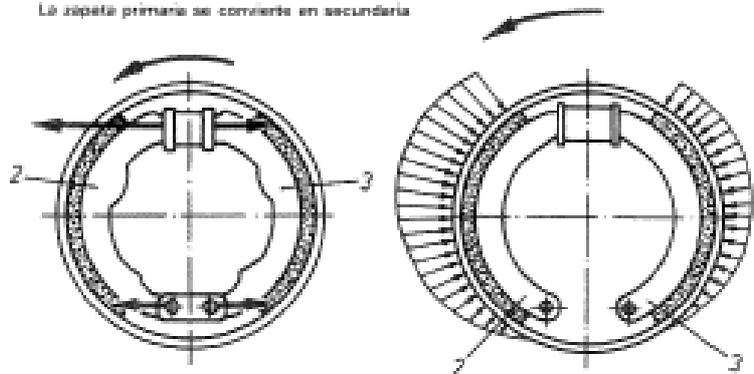
- 2 zapata primaria
- 3 zapata secundaria

*Solicitud de las fuerzas de frenado y diagrama de presiones.*



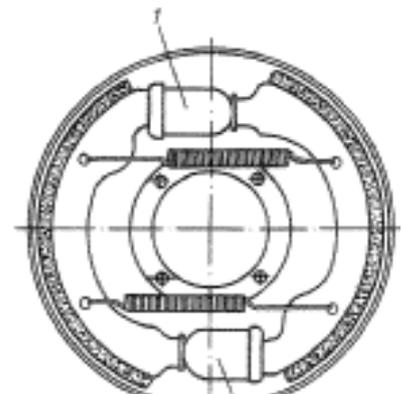
*La zapata primaria se convierte en secundaria*

*Efecto sobre el freno al cambiar de giro.*



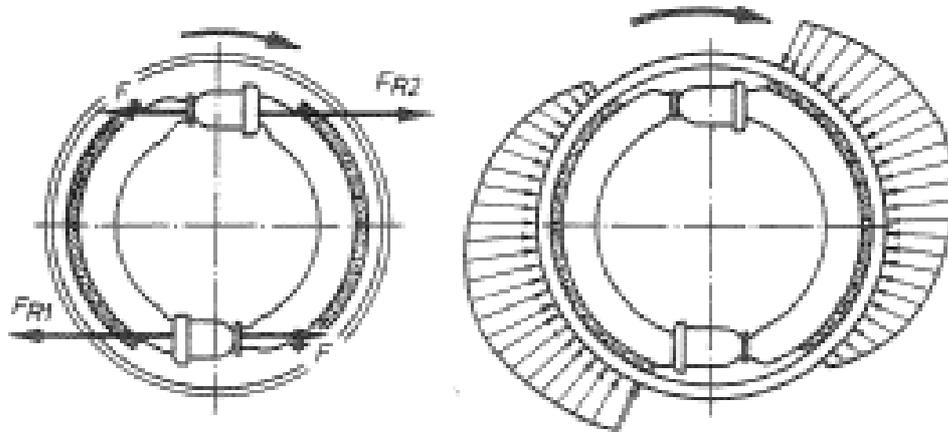
### Freno de tambor Twinplex

Este diseño dispone de un acoplamiento de las zapatas con igual reparto de presiones a ambas superficies del tambor, sea cual sea el giro de la rueda. En este caso las dos zapatas resultan primarias.



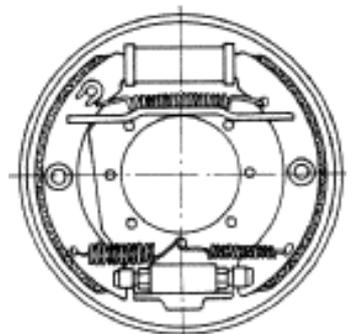
El conjunto del freno de tambor incorpora un accionamiento de las zapatas por doble bombín monopistón.

El accionamiento equilibrado de este tipo de freno de tambor Twinplex evita reacciones desiguales sobre los rodamientos del buje.

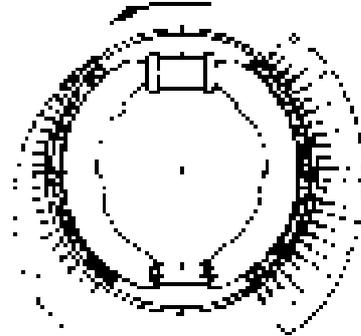
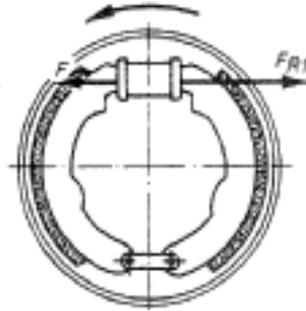


### Freno de tambor Duoservo

Este diseño dispone de un acoplamiento con las dos zapatas primarias, debido a que ambas ejercen el mismo esfuerzo de frenado en cada sentido de giro de la rueda.



Esta disposición favorece el efecto de autobloqueo.



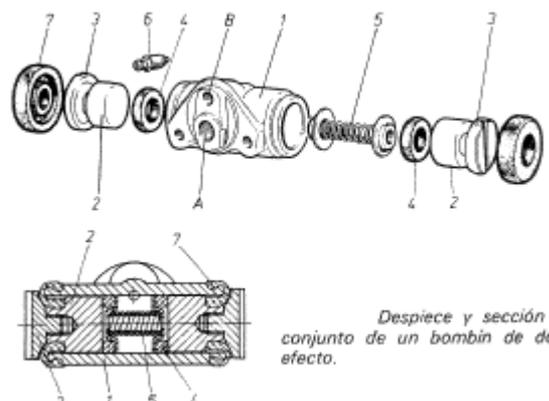
Para el desplazamiento de las zapatas de freno se disponen unos cilindro hidráulico denominado bombín. A continuación se describen los diferentes tipos constructivos.

### **Bombines de freno**

Según el tipo de accionamiento de las zapatas de freno se destacan los bombines de freno siguientes: bombín de doble pistón, bombín monopistón y bombín con limitador integrado.

### **Bombín de doble pistón**

Esta formado por un cilindro que se fija en el plato portafrenos y en su interior se ubican los pistones en sentido opuesto, con los correspondientes empujadores para el accionamiento de las zapatas y guardapolvos.



*Despiece y sección de conjunto de un bombín de doble efecto.*



**CENTRO ZARAGOZA**

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

Junta de las Asociaciones de Mecánicos Automotrices



se localiza en la parte inferior el orificio roscado donde se acopla el latiguillo de freno del circuito hidráulico y en el orificio de la parte superior se ubica el tornillo de purga, también denominado purgador.

El purgador es un tornillo hueco con unos orificios laterales en su extremo que permite cerrar o abrir el paso del líquido de frenos hacia el exterior.

Cuando el líquido de frenos a presión entra en la cámara interior del cilindro, desplaza los pistones en sentido opuesto, accionando las zapatas.

Al cesar la presión, el resorte que se localiza en el interior del cilindro hace retroceder a los pistones a su posición inicial.

### **Bombín monopistón**

Se trata de un bómbyn similar al anterior, pero de un solo pistón y se utiliza en los frenos de tambor tipo Twinplex.

### **Bombín con limitador integrado**

Una variante de los bombines de freno de doble pistón son los que incorporan el limitador de presión integrado.

El pistón delantero incorpora en su interior un limitador de presión cuyo funcionamiento es el siguiente:

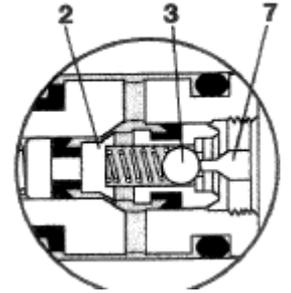
En reposo, el resorte de la válvula de bola mantiene el pistón diferencial escalonado interior sin apoyar en el asiento de bola y permite la comunicación entre las cámaras delantera y trasera. Las presiones del líquido de frenos son idénticas para los dos pistones del bombín.

Al frenar, la presión aumenta desplazando los pistones del bombín, desplazando también al pistón diferencial. Si la presión sigue aumentando, el pistón se desplaza todavía más y la bola hace contacto con el asiento, cerrando el paso del líquido de frenos, aislando las cámaras del cilindro del bombín.



Las presiones ahora son diferentes pero se mantienen en equilibrio de forma continuada durante la frenada.

Si la presión aumenta en la cámara delantera, se produce la apertura de la bola sobre su asiento y se igualan otra vez las presiones. Si vuelve a aumentar la presión de frenado, vuelve a desplazarse el pistón y vuelve a permanecer en contacto la bola con el asiento.



Este ciclo continuado de cierre y apertura de la válvula de bola permite limitar la presión de frenado en la ruedas traseras.

### **Dispositivos de reglaje de las zapatas de freno**

Al cesar el esfuerzo de frenado, las zapatas de freno tienden a separarse del tambor por el efecto de los muelles de tracción, retrocediendo a una distancia determinada donde no existe el contacto entre estos elementos.

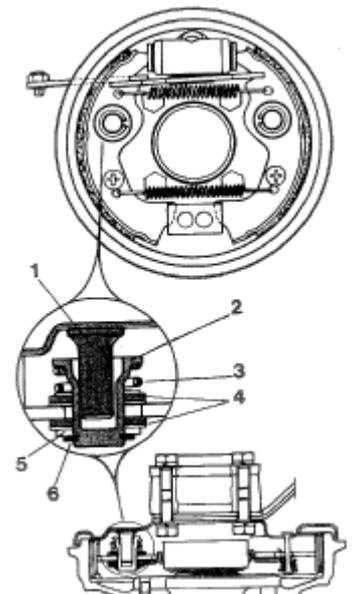
Cuando la separación es excesiva debido al desgaste de los forros de freno y la superficie de fricción del tambor, el ajuste o regulación de las zapatas se puede realizar mediante excéntricas o por tornillo ajustador, los cuales son accesibles desde la parte exterior del plato portafrenos y pueden regularse manualmente.

También existen unos reguladores que realizan el ajuste de las zapatas de forma automática mediante unos actuadores específicos, como pueden ser: ajuste por arandelas de fricción y ajuste por trinquete.

### **Ajuste por arandelas de fricción**

En este caso, una de las zapatas incorpora un dispositivo de autoregulación que consta de la unión entre un perno fijado al plato portafreno y de una cazoleta con un muelle, unas arandelas de fricción, una arandela plana y un anillo elástico de retención que van montados sobre la zapata.

El muelle de la cazoleta genera un esfuerzo superior a los muelles de retroceso de las zapatas.

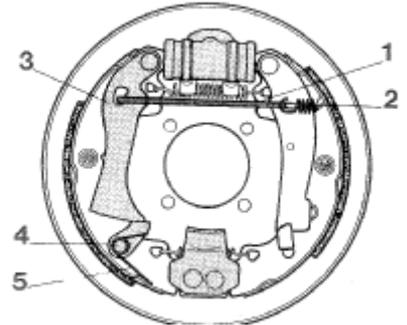


Si existe un desgaste excesivo, cuando se desplaza la zapata, la cazoleta hace contacto con el perno, y la zapata sigue deslizando entre las arandelas de fricción. Al cesar la frenada, la zapata se retrae por los muelles de tracción, hasta que la cazoleta hace contacto con el perno en la cara opuesta a la anterior.

Com la retención del muelle de la cazoleta es superior al esfuerzo de retroceso de los muelles de las zapatas, las zapatas quedan retenidas en una posición que absorbe la holgura debida al desgaste.

### **Ajuste por trinquete**

Este mecanismo está formado, en la parte superior de las zapatas de freno, por una biela que se acopla por un extremo a una palanca y por el otro extremo a un resorte fijado a la otra zapata. En la parte inferior de las zapatas, se incorpora también un sector dentado que engrana con la palanca, junto a un resorte que hace retroceder al sector hacia la zapata cuando de la acción de la palanca.



Al desplazarse las zapatas, la biela se desplaza con la zapata secundaria y mueve la palanca y el sector dentado. Si el juego es mínimo, la palanca y el sector dentado quedan engranados en el mismo diente.

Si el juego es excesivo, la palanca se distancia del sector y por la acción del muelle, retrocede hacia atrás un diente y queda engranado con la palanca.

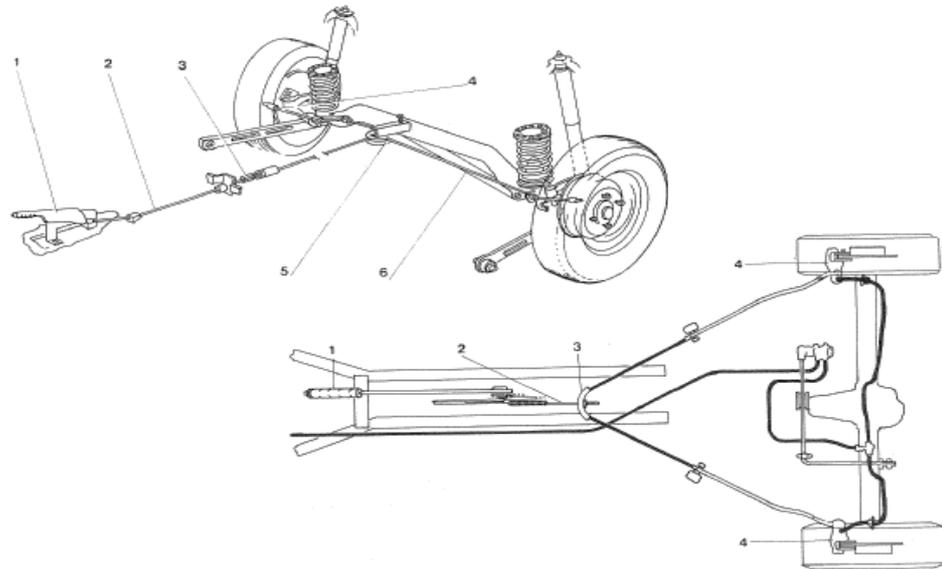
Al cesar el esfuerzo sobre las zapatas, no pueden recuperar por completo su posición inicial, ya que la biela se apoya sobre la palanca y sobre las zapatas, manteniéndolas separadas.

## **2.2 FRENO DE ESTACIONAMIENTO**

El freno de estacionamiento es una instalación independiente del circuito de frenos de servicio y se compone de una palanca de accionamiento, unos cables de mando y un dispositivo de enclavamiento o frenado permanente de las ruedas.

La finalidad principal del freno de estacionamiento es mantener inmovilizado el automóvil en situación de parado, frenando las ruedas traseras de forma permanente mediante un dispositivo de enclavamiento fijo.

También es un freno auxiliar para facilitar maniobras de arranque en rampas muy pronunciadas e incluso para frenar el automóvil a baja velocidad en caso de avería del circuito principal de frenos.

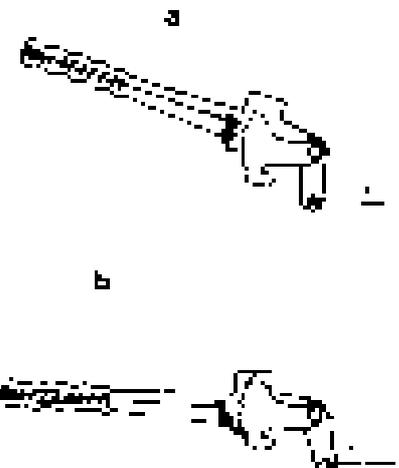


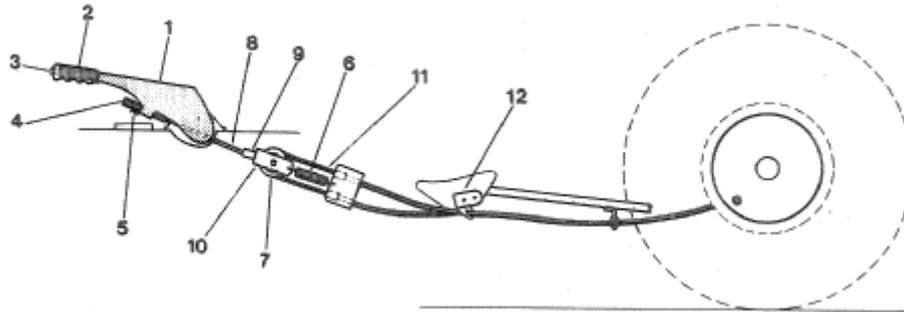
El conjunto está formado por una palanca montada sobre el piso de la carrocería, próxima al puesto del conductor, que incorpora un sistema de trinquete de retención con un sector dentado u una uñeta, que se acciona por una varilla ubicada en el interior de la palanca y retenida por un muelle para fijar la posición de frenado.

La unión de la palanca con el sistema de accionamiento de los frenos se realiza por una varilla y cable, con interposición de un ajustador que permite el reglaje del freno de mano.

Cuando el conductor acciona la palanca hacia arriba, después de liberar la uñeta del trinquete por medio del pulsador superior de la palanca, al soltar el pulsador la uñeta queda enclavada en uno de los dientes del trinquete y se impide que la palanca pueda bajar, quedando fija en la posición de frenado.

Para desconectar el freno de mano, basta con presionar el pulsador y bajar la palanca de mando.





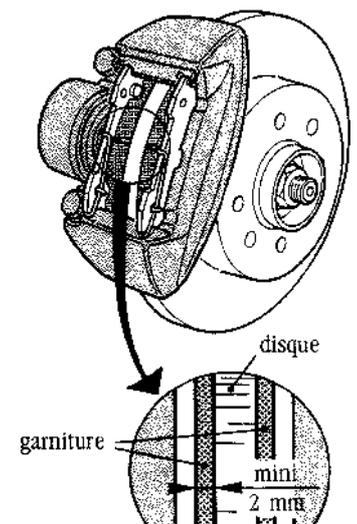
Los

dispositivos que accionan los frenos de las ruedas a través del varillaje del freno de mano suelen ser un sistema de palancas desplazables que empujan a las zapatas o las pinzas para su acoplamiento al tambor o disco de freno correspondiente.

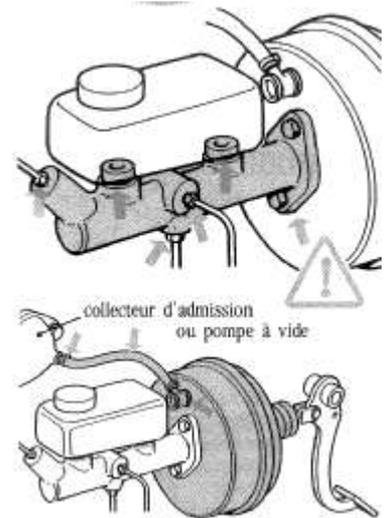
### **3.- MANTENIMIENTO Y DIAGNOSIS DEL EQUIPO DE FRENOS**

Las recomendaciones y períodos de mantenimiento aconsejados a continuación, son orientativos en función de los kilómetros recorridos, o bien, en función del tiempo transcurrido de acuerdo a un recorrido referencial repetitivo del mismo conductor:

- Comprobar con regularidad el correcto nivel del líquido cada 2.000 km., o bien, de forma mensual. Si el nivel es inferior a la marca indicada al respecto en el depósito del líquido de frenos, rellenar con líquido en buen estado.
- Como norma general y dependiendo de la zona climática húmeda, así como del grado de severidad en servicio del sistema de frenos, es conveniente proceder a la sustitución del líquido de frenos cada 40.000 Kms, o bien, cada dos años.



- Regularmente, verificar de forma visual el correcto estado y desgaste de las pastillas de freno y discos. Comprobar también, que no existan pérdidas o fugas de líquido en los latiguillos.
- Algunos modelos de automóviles incorporan en el cuadro de instrumentos, un testigo de aviso del desgaste de las pastillas de freno, para que en el momento que permanece fija la luz del testigo, se acuda al taller para sustituir las pastillas desgastadas.
- Para comprobar el correcto funcionamiento del freno de mano, se puede recurrir a colocar el automóvil en una rampa pronunciada. Una vez accionado el freno de mano, si no existe retención, proceder a la reparación de dicho freno de estacionamiento.

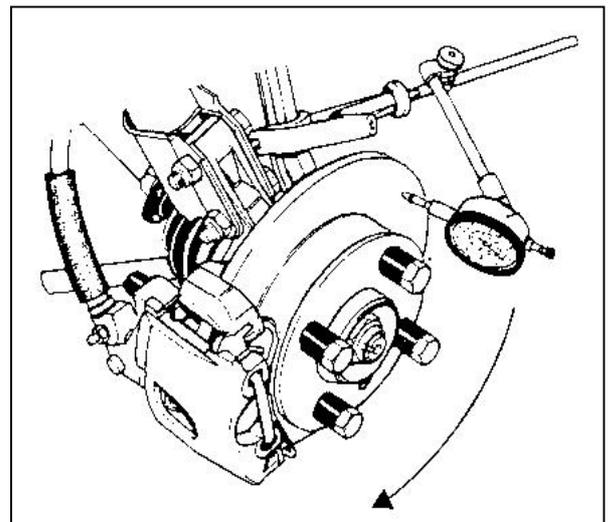


A continuación se relacionan las principales operaciones básicas de mantenimiento, revisión y puesta a punto del equipo de frenos.

### **SUSTITUCION DE LOS DISCOS DE FRENO: COMPROBACION DEL ALABEO.**

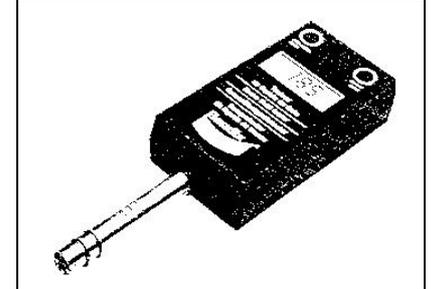
Siempre que se realice la operación de sustitución o cambio de los discos de freno y pastillas, se recomienda la comprobación de la ortogonalidad o alabeo del disco de freno respecto de su eje de rotación con la finalidad de evitar, que defectos no visibles ocasionen problemas posteriores. Para esta operación basta con utilizar un reloj comparador con un soporte de base apropiada.

Una vez que se ha montado el nuevo disco, situar el palpador del reloj comparador sobre la superficie de asentamiento exterior del disco de freno. Girar el disco controlando la posible variación de medida. La lectura del alabeo no deberá ser superior a 0.1 mm, ya que en caso contrario provocaría vibraciones en la frenada.



## COMPROBACION DEL LIQUIDO DE FRENOS.

La eficacia del líquido de frenos se debe realizar mediante un aparato de comprobación del punto de ebullición del líquido de frenos. Las operaciones a efectuar son las siguientes:



Para obtener una mayor fiabilidad en la prueba se recomienda extraer una muestra de líquido desde los purgadores de la pinzas de frenos delanteros, ya que son los puntos donde mayor envejecimiento sufre el líquido de frenos, debido a las elevadas temperaturas que se concentran en la proximidad de la pinza de freno.

Siguiendo el método adecuado, se obtiene la medida del punto de ebullición en grados centígrados.

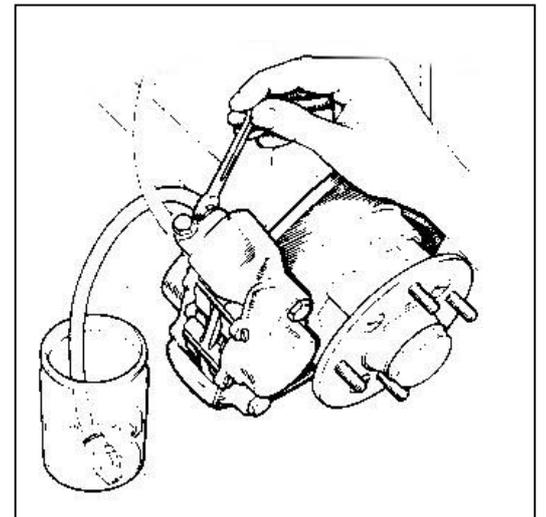
Si esta lectura es próxima o inferior al “punto húmedo “ mínimo especificado por el fabricante del líquido, lo más recomendable es sustituir el líquido de frenos analizado.

## SUSTITUCION DEL LIQUIDO DE FRENOS.

Aunque existe en el mercado una amplia variedad de líquidos de frenos con diferentes prestaciones de servicio, lo más aconsejable es utilizar siempre el líquido de frenos recomendado por el fabricante del automóvil y, procurar renovarlo/sustituirlo con cierta frecuencia. No es conveniente que un mismo líquido de frenos “resida” durante varios años en el circuito.

La operación de sustitución del líquido de frenos es similar al procedimiento del “sangrado o purgado” tradicional, para extraer el posible contenido de aire que hubiese en el interior del circuito hidráulico. Las operaciones a efectuar son las siguientes:

- En general, el orden de purga de las pinzas suele ser, primero las ruedas traseras y segundo las delanteras.
- Llenar el depósito de líquido de frenos al máximo con líquido nuevo y añadir líquido de frenos a medida que vaya bajando el nivel.
- Colocar un tubo de vinilo transparente al tornillo de purga de la pinza de freno a purgar, conectado a un recipiente.



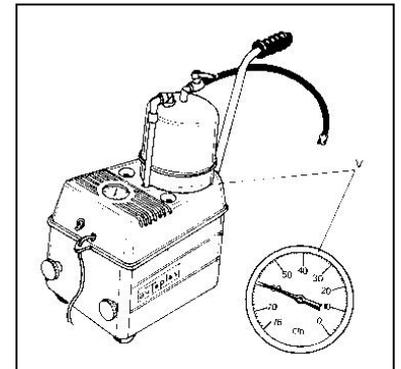
- Aflojar el tornillo de purga y bombear el pedal de freno, dejando que fluya todo el líquido del circuito correspondiente a dicha rueda.
- Rellenar el depósito con líquido nuevo, según baje de nivel. Cerrar el tornillo de purga.

Repetir esta operación en el resto de las ruedas.

Finalizada la operación de purga, restablecer el nivel del líquido en el depósito.

La sustitución o purgado del líquido de frenos también se puede realizar mediante un purgador, para lo cual se realizaran las operaciones siguientes:

- Conectar el purgador al depósito de reserva del líquido de frenos.
- Regular la presión de aire del purgador entre 1 y 1.5 bares.
- Colocar el tubo de vinilo transparente al purgador de la pinza de freno, conectado a un recipiente.
- Abrir el tornillo de purga de la pinza y esperar hasta que salga el líquido nuevo. Cerrar el tornillo de purga.
- Repetir esta operación en el resto de las demás ruedas.
- Finalizada la operación de purga, soltar el purgador y restablecer el nivel del líquido en el depósito.



**ADVERTENCIA:** La eliminación del líquido de frenos usado se debe efectuar de acuerdo a las Leyes vigentes. No verterlo en alcantarillas o vertederos que puedan contaminar el medio ambiente, bajo ningún concepto.

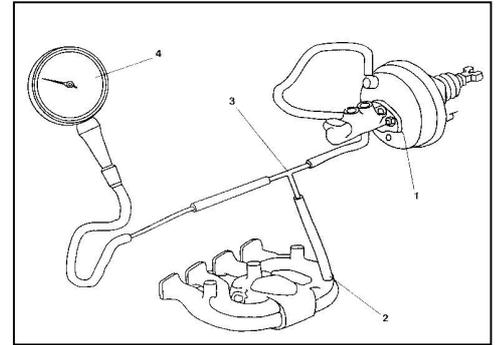
## COMPROBACION DEL VACIO DEL MASTERVAC.

La servoasistencia por vacío en la fuerza aplicada por el conductor en el pedal de freno se puede comprobar mediante un vacuómetro.

Para esta verificación se intercala el vacuómetro entre el mastervac y el tubo de vacío.

Con el motor en marcha, comprobar los valores máximos de depresión medidos por el vacuómetro. La depresión máxima medida por el aparato debe superar los 0.5 bares.

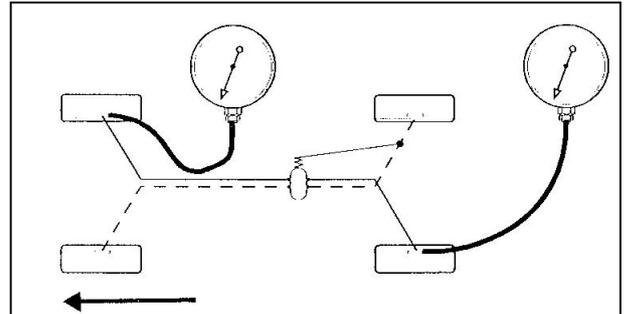
Si estos no son correctos, comprobar la estanqueidad de la instalación: válvula de retención, bomba de vacío o colector de admisión.



## COMPROBACION DE LA PRESION DEL CIRCUITO.

Mediante un juego de manómetros de presión se puede comprobar la presión hidráulica del circuito de frenos. Las operaciones a efectuar son las siguientes:

- Colocar el juego de manómetros de presión en las cuatro ruedas, conectados a los purgadores correspondientes.
- Al accionar el pedal de freno, se comprueba el equilibrio o desequilibrio de la presión transmitida a cada rueda.



El valor nominal de la presión del circuito, así como la tolerancia admitida de la misma, deberá consultarse según el manual de reparación. En caso de diferencias excesivas en la medición, comprobar las canalizaciones del circuito.

## DIAGNOSIS EN FRENOMETRO

Las averías del sistema de frenos no suelen ser muy frecuentes si se sigue un programa de mantenimiento adecuado, no obstante, para comprobar el equipo de frenos o el correcto frenado de un automóvil con un método adecuado, se utilizan los denominados FRENOMETROS.

Estos equipos, permiten efectuar la diagnosis del sistema de frenos de los automóviles mediante los controles siguientes:

### -Control de la eficacia de frenado.

- La eficacia de frenado del sistema de frenos de servicio se calcula en función del peso del automóvil y la fuerza máxima de frenado de las cuatro ruedas, eje por eje, al pisar el pedal de freno el conductor hasta la situación límite de bloqueo.

- Análogamente, también se puede comprobar la eficacia de retención del freno de estacionamiento, colocando en los rodillos las ruedas equipadas con dicho sistema y tirando de la palanca de accionamiento hasta bloquear las ruedas.
- El valor de la eficacia admisible recomendada debe ser igual o superior al 60% para el equipo de frenos de servicio, e igual o superior al 20% para el freno de estacionamiento.
- Por lo general, los rodillos de estos equipos están recubiertos por un asfalto plástico áspero cuyo coeficiente de adherencia equivalente es de 0.8. Es por esta razón que, si el valor de la eficacia de frenado calculado por el equipo supera el 90%, probablemente se ha introducido un peso erróneo.

### **-Control de la simetría en la frenada.**

- Al presionar el pedal de freno suavemente, si los dos marcadores señalan valores similares, el sistema comprobado esta equilibrado. Una diferencia excesiva superior a un 10% en la lectura indica anomalías en la frenada.

### **-Control de la fuerza aplicada al pedal de freno por el conductor.**

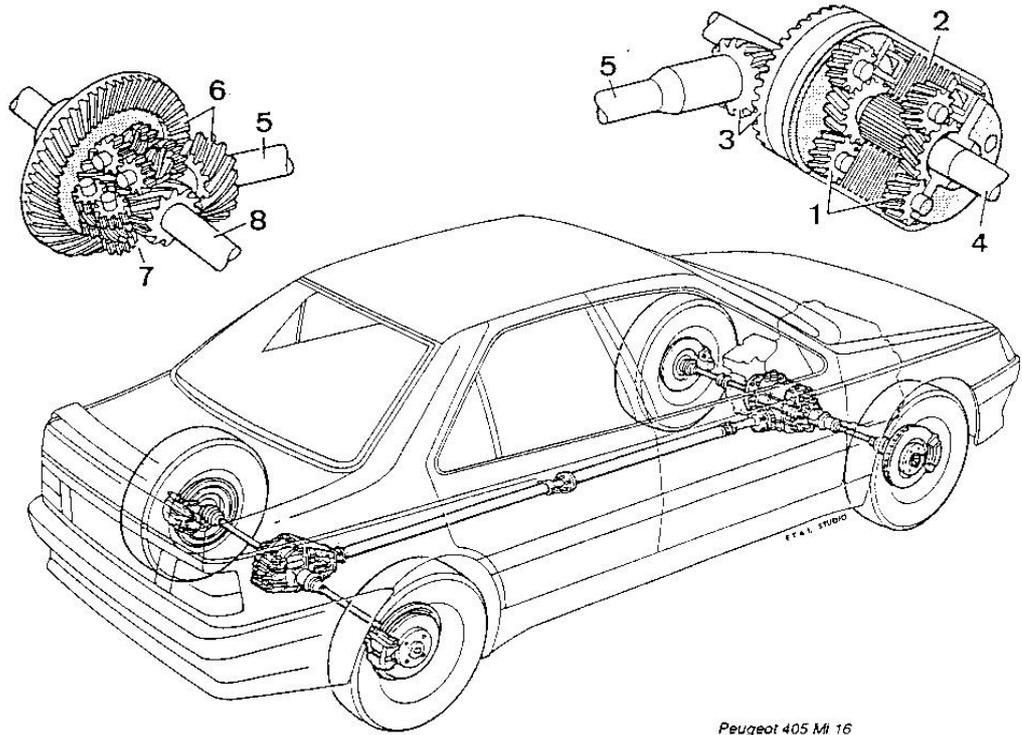
- Mediante la utilización del denominado pisómetro, colocado en el pedal de freno, al ir presionando el pedal de freno progresivamente hasta que las ruedas bloqueen sobre los rodillos, podremos observar la fuerza máxima aplicada por el conductor en el pedal de freno, así como la progresividad de la misma.

#### **\* ESPECIFICACIONES Y LIMITACIONES DE ESTOS EQUIPOS:**

En general, este tipo de equipos convencionales realiza la medición eje por eje, por lo que en aquellos automóviles dotados de tracción permanente a las cuatro ruedas, no desconectable, se deberá prestar una atención especial, o utilizar el Frenómetro adecuado a este tipo de vehículos, para no dañar los dispositivos de tracción de que están dotados como son los embragues viscosos o las transmisiones fijas.

En los automóviles que equipan sistemas electrónicos como ABS (Antibloqueo), ASR (Antiresbalamiento), TCS (Control de la Tracción), ..., no existe mayor dificultad en la prueba, ya que los rodillos suelen girar a unas velocidades inferiores a las de accionamiento de este tipo de sistemas, que suelen ser superior a los 8 Km./h.

No obstante, si se desea realizar la prueba dinámica de funcionamiento de un ABS, se están desarrollando en el mercado diversos prototipos de frenómetros con rodillos para las cuatro ruedas del automóvil donde se superan estas velocidades en el bloqueo de las ruedas, y de esta forma se puede constatar el correcto funcionamiento del sistema ABS.



Peugeot 405 Mi 16



# FUNCIONES RELACIONADAS

CON LA ACTUACION DE LOS FRENOS

EBV, ABS, EDS, y ESP

### **FUNCIÓN DEL A.B.S.**

El A.B.S. es un sistema complementario al circuito de frenos clásico, siendo su misión evitar en lo posible el bloqueo de las ruedas cuando el conductor pise el pedal del freno a fondo, o realice un frenado en situaciones de peligro. La función de estos dispositivos es modular el esfuerzo de frenada, adecuándolo a las condiciones de adherencia en cada una de las ruedas, de manera que se obtenga la mayor eficacia posible en la frenada.

Los A.B.S. son sistemas pensados para dar una respuesta coherente a la pérdida de adherencia y, por lo tanto, mitigar toda contingencia de pérdida de dirección y de estabilidad del vehículo en el proceso de frenado.

Si el conductor se ve en la necesidad de frenar repentinamente, el circuito convencional de frenos funcionara normalmente, pero si una rueda tiende a bloquearse, la U.C.E. detecta esta situación, ya que compara en todo momento la velocidad de giro de esa rueda con el resto, y cuando detecta alguna rueda girando más despacio de lo que debiera, reacciona enviando una señal a las electroválvulas del grupo hidráulico. Estas electroválvulas disponen de unos pistones para poder realizar las tres fases necesarias en la regulación de la frenada.

- a.- Cuando la rueda tiende a bloquearse la frecuencia emitida por el sensor disminuye, por lo que la U.C.E. envía una señal a la electroválvula correspondiente e interrumpe el paso de líquido de frenos, manteniendo la presión en el sistema de frenado.
- b.- Si la situación de bloqueo persiste se continua con la siguiente fase, reducción de presión. En este punto se disminuye la cantidad necesaria de líquido de frenos del circuito, con lo que se obtiene una regulación muy precisa de la presión existente en la pinza de freno.
- c.- Por último, cuando la velocidad de la rueda se ve incrementada la U.C.E. da la señal pertinente para volver a dejar pasar líquido de freno aumentando la presión del sistema.

De este forma, la unidad de control aumenta o disminuye la frenada de cada rueda, o grupo de ruedas. La regulación de la frenada por el A.B.S. se realiza de forma cíclica, entre 4 y 12 veces por segundo, dependiendo de las condiciones en las que se encuentra la superficie de la carretera. El conductor puede detectar el funcionamiento del A.B.S. por la típica vibración que se produce en el pedal del freno cuando se encuentra en funcionamiento el A.B.S.

Al impedir el bloqueo de las ruedas se garantiza la capacidad de dirección del vehículo en cualquier situación, incluso en suelos con una adherencia muy baja. Esto puede representar distancias de frenado substancialmente más cortas sobre superficies mojadas.

Función A.B.S. . Sistema antibloqueo de frenos.

Evitar el bloqueo de las ruedas al frenar conservando la estabilidad de la trayectoria direccional del vehículo.

### **FUNCION EDS**

Los vehículos reciben la transmisión de la fuerza de tracción a las ruedas motrices por medio del diferencial. La fuerza de tracción se reparte por igual a las dos ruedas motrices, si estas tienen la misma adherencia, pero si una de ellas se encuentra sobre una superficie resbaladiza produciría un patinamiento de la misma perdiendo la fuerza de tracción recibida. Para solucionar esta limitación del diferencial convencional Seat ha optado por el bloqueo electrónico (EDS), utilizando para ello el sistema de frenos del vehículo y el A.B.S.. Frenando la rueda que patina se provoca el bloqueo del diferencial, consiguiendo que la fuerza de tracción perdida por esta rueda se transmita a la otra, y al disponer de una mejor adherencia permite el avance del vehículo.

Para realizar esta función la unidad de control electrónica recibe la señal de giro de las ruedas motrices por medio de los sensores ubicados en estas. Si las señales son diferentes por el patinamiento de una rueda, el EDS frena la rueda que gira más rápidamente hasta conseguir igualar fuerza de tracción en ambas ruedas.

Función EDS. Bloqueo diferencial electrónico.

Permite inicio de la marcha sobre pavimentos de adherencia desigual, mediante el frenado de la que tiende a patinar.

### **FUNCION EBV**

Para evitar el montaje de un corrector de frenada, se utilizan los componentes del A.B.S., y la U.C.E. asume la función de limitación de presión de frenado en el eje trasero (EBV).

El propósito de este sistema es evitar el bloqueo de las ruedas traseras cuando la situación de frenada no requiera la actuación del sistema antibloqueo de frenos.

Para lograr esta función, cuando la unidad de control detecta que alguna de las ruedas traseras tiende a bloquearse, activa las válvulas de admisión cerrando el paso de líquido de frenos, evitando de este modo el bloqueo de las ruedas traseras. Si fuese necesario puede ir realizando las tres fases del A.B.S., hasta que desaparezca la necesidad de activar la función EBV.

Función EBV Distribución electrónica de la fuerza de frenado.

Evitar el frenado excesivo de las ruedas traseras antes de la activación del A.B.S.

### **FUNCIÓN ESP:**

El fundamento básico de este sistema consiste en comparar la trayectoria teórica del vehículo, es decir la deseada por el conductor, con la trayectoria real realizada por el mismo.

El resultado obtenido en dicha comparación es la desviación del vehículo. Mediante este resultado la U.C.E. reconoce la situación del vehículo y determina si es necesaria la activación de la función ESP.

La función ESP consiste en mantener la trayectoria teórica, es decir la deseada por el conductor, mediante el frenado selectivo de alguna de las ruedas y evitando así que el vehículo gire sobre si mismo.

La activación del ESP la podemos localizar en dos situaciones:

La primera la encontramos en el subviraje, por lo que el ESP frenará con mayor intensidad en la rueda trasera interior de la curva consiguiendo mantener la trayectoria deseada.

La segunda la encontramos en el sobreviraje, por lo que el ESP frenará con mayor intensidad en la rueda delantera exterior consiguiendo mantener la trayectoria deseada.

Además pueden producirse continuos subvirajes y sobrevirajes de forma seguida como, por ejemplo, al realizar un giro brusco para superar un obstáculo situado en la carretera. En estas situaciones la función ESP corrige continuamente la trayectoria.

Función ESP. Programa electrónico de estabilidad.

Mediante intervenciones específicas en los frenos evita un posible derrape del vehículo.